

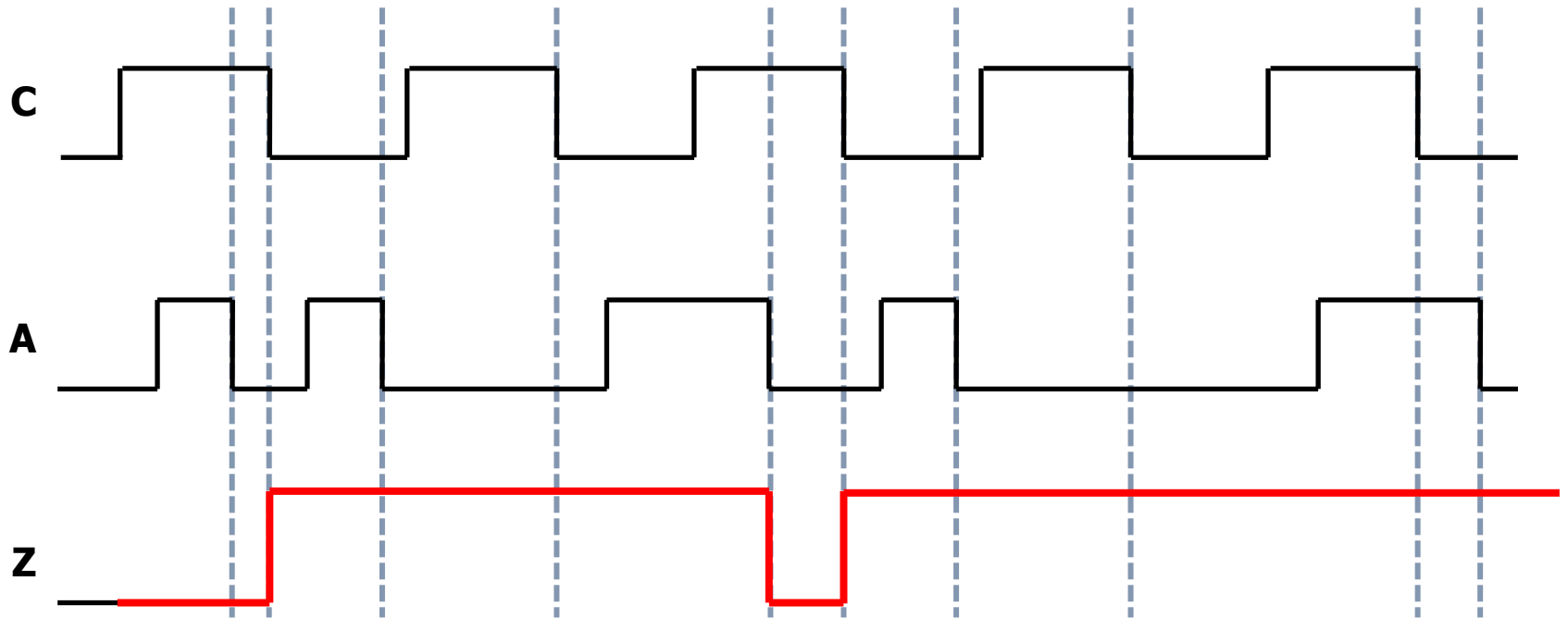
# Soluzioni Esercizi

# Reti Sequenziali Asincrone

Reti Logiche T  
Ingegneria Informatica

# Esercizio 1

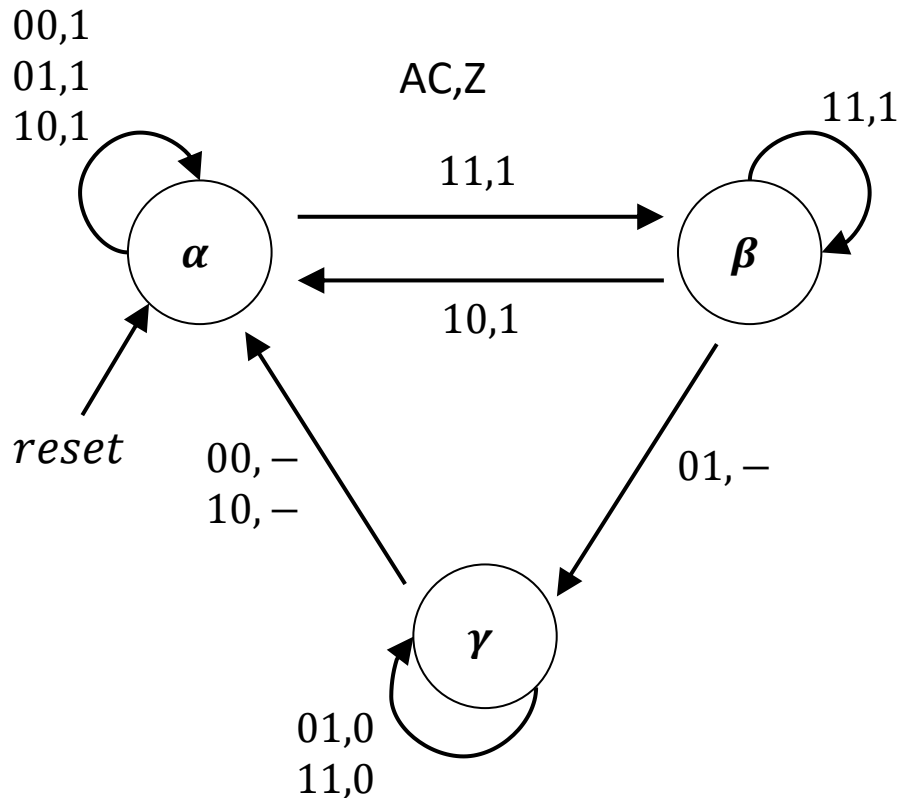
- Si completi la forma d'onda dell'uscita Z, in presenza della sequenza di ingressi riportata in figura. Il valore iniziale di Z è 0.



L'uscita può cambiare valore solo ai fronti di discesa di A e C, evidenziati nel grafico dalle linee tratteggiate.

# Esercizio 1

- Si completi il grafo di Mealy, aggiungendo ad ogni ramo le relative configurazioni degli ingressi. Inizializziamo la rete nello stato  $\alpha$



Stato	Riassunto
$\alpha$	A vale 0 o vale 1 con $C=0$ , non sono possibili fronti di discesa di A con $C=1$ .
$\beta$	A vale 1 con C che vale 1, è possibile un fronte di discesa di A con $C=1$ che farebbe cambiare l'uscita.
$\gamma$	Si è verificato un fronte di discesa di A con $C=1$ .

# Esercizio 1 - Tabella di flusso e codifica

		AC			
		00	01	11	10
stato presente	$\alpha$	$\alpha, 1$	$\alpha, 1$	$\beta, 1$	$\alpha, 1$
	$\beta$	$-, -$	$\gamma, -$	$\beta, 1$	$\alpha, 1$
	$\gamma$	$\alpha, -$	$\gamma, 0$	$\gamma, 0$	$\alpha, -$
		stato futuro, z			

Le colonne '10' e '00' possono essere escluse dallo studio delle adiacenze avendo un solo stato stabile.

Una possibile codifica priva di corse

$y_1 \backslash y_0$	0		1
0	$\alpha$	$\rightarrow$	$\beta$
			$\downarrow$
1			$\gamma$

# Esercizio 1 - Tabella delle transizioni

- Ricordiamoci di rimuovere le indifferenze sulle colonne 00 e 10 che abbiamo escluso dallo studio delle adiacenze. Inseriamo al posto delle indifferenze l'unico stato e l'unica uscita stabili della colonna.

		AC			
$y_1y_0$		00	01	11	10
stato presente	$00 = \alpha$	00,1	00,1	01,1	00,1
	$01 = \beta$	00,1	11,-	01,1	00,1
	$11 = \gamma$	00,1	11,0	11,0	00,1
	10	00,1	-, -	-, -	00,1
		$Y_1Y_0, z$			

# Esercizio 1 - Sintesi combinatoria $Y_1$

$AC$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	1	0
10	0	-	-	0

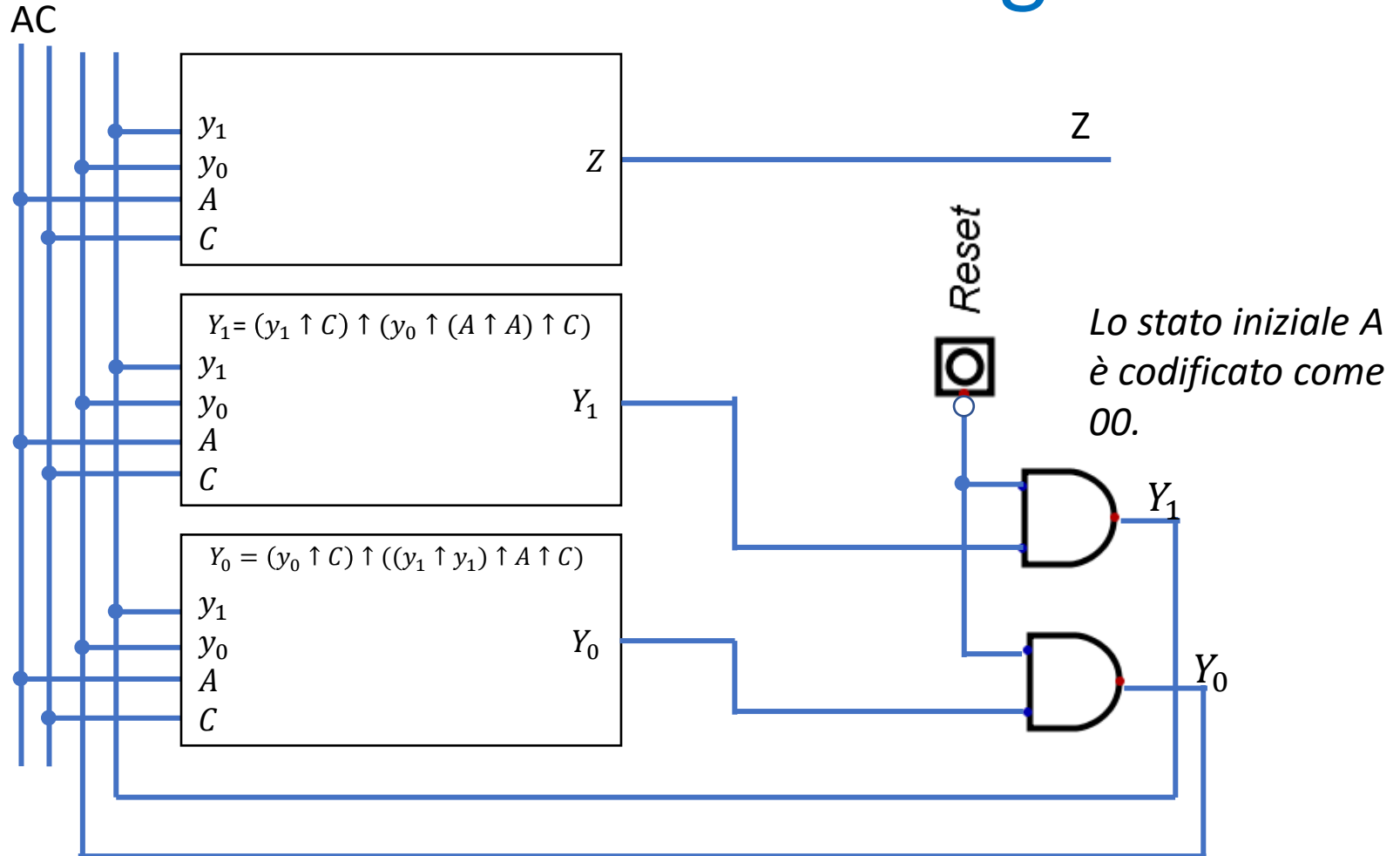
$$Y_1 = y_1C + y_0A'C = (y_1 \uparrow C) \uparrow (y_0 \uparrow (A \uparrow A) \uparrow C)$$

# Esercizio 1 - Sintesi combinatoria $Y_0$

$AC$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	-	-	0

$$Y_0 = y_0C + y_1'AC = (y_0 \uparrow C) \uparrow ((y_1 \uparrow y_1) \uparrow A \uparrow C)$$

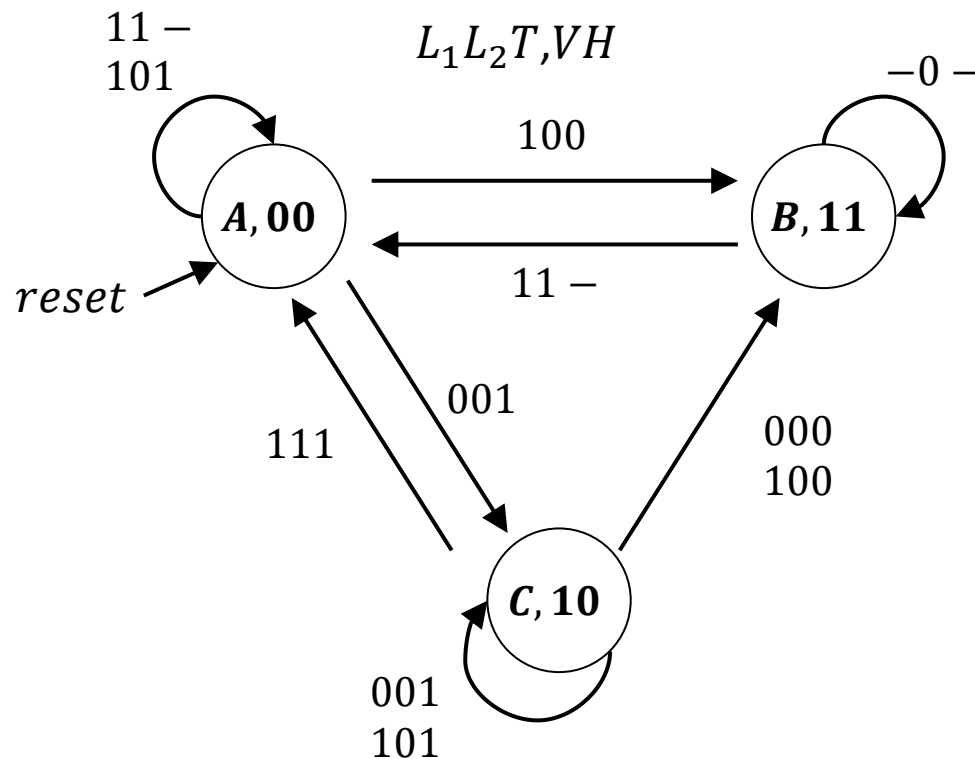
# Esercizio 1 - Schema logico





# Esercizio 2 – Grafo Degli Stati

- Si completi il grafo di Moore degli stati in figura, aggiungendo ad ogni ramo le relative configurazioni degli ingressi.



Stato	Riassunto
A	Serbatoio troppo pieno, o pieno e in temperatura
B	Riempimento con liquido caldo in corso
C	Riempimento con liquido freddo in corso

# Esercizio 2 - Tabella di flusso

<i>Stato Presente</i>	<i>L<sub>1</sub>L<sub>2</sub>T</i>								
	000	001	011	010	110	111	101	100	VH
<i>A</i>	-	C	-	-	A	A	A	B	00
<i>B</i>	B	B	-	-	A	A	B	B	11
<i>C</i>	B	C	-	-	-	A	C	B	10

*Stato Futuro*

## Esercizio 2 - Codifica

Dovendo pilotare un sistema fisico con ritardi di attivazione significativi è possibile tollerare brevi glitch sulle uscite. Di conseguenza è possibile escludere dallo studio delle adiacenze tutte le colonne con una singola stabilità ('000', '110', '111', '100'). Una possibile codifica che soddisfi i vincoli rimanenti è:

$y_1 \backslash y_0$	0		1
0	<b><i>A</i></b>	→	<b><i>C</i></b>
1			<b><i>B</i></b>

# Esercizio 2 – Tabelle delle transizioni

$y_1y_0$	$L_1L_2T$								VH
	000	001	011	010	110	111	101	100	
<b>00 (A)</b>	11	01	-	-	00	00	00	11	00
<b>01 (C)</b>	11	01	-	-	00	00	01	11	10
<b>11 (B)</b>	11	11	-	-	00	00	11	11	11
<b>10</b>	11	-	-	-	00	00	-	11	-

$Y_1Y_0$

Nelle colonne con un solo stato stabile sostituiamo le indifferenze con l'unico stato stabile (evidenziati in verde nella tabella).

# Esercizio 2 – Sintesi Combinatoria $Y_0$

Attenzione a come vengono inseriti i valori in questa mappa!!!

$L_2T$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	1	-	-
01	1	1	-	-
11	1	1	-	-
10	1	-	-	-

$L_1 = 0$

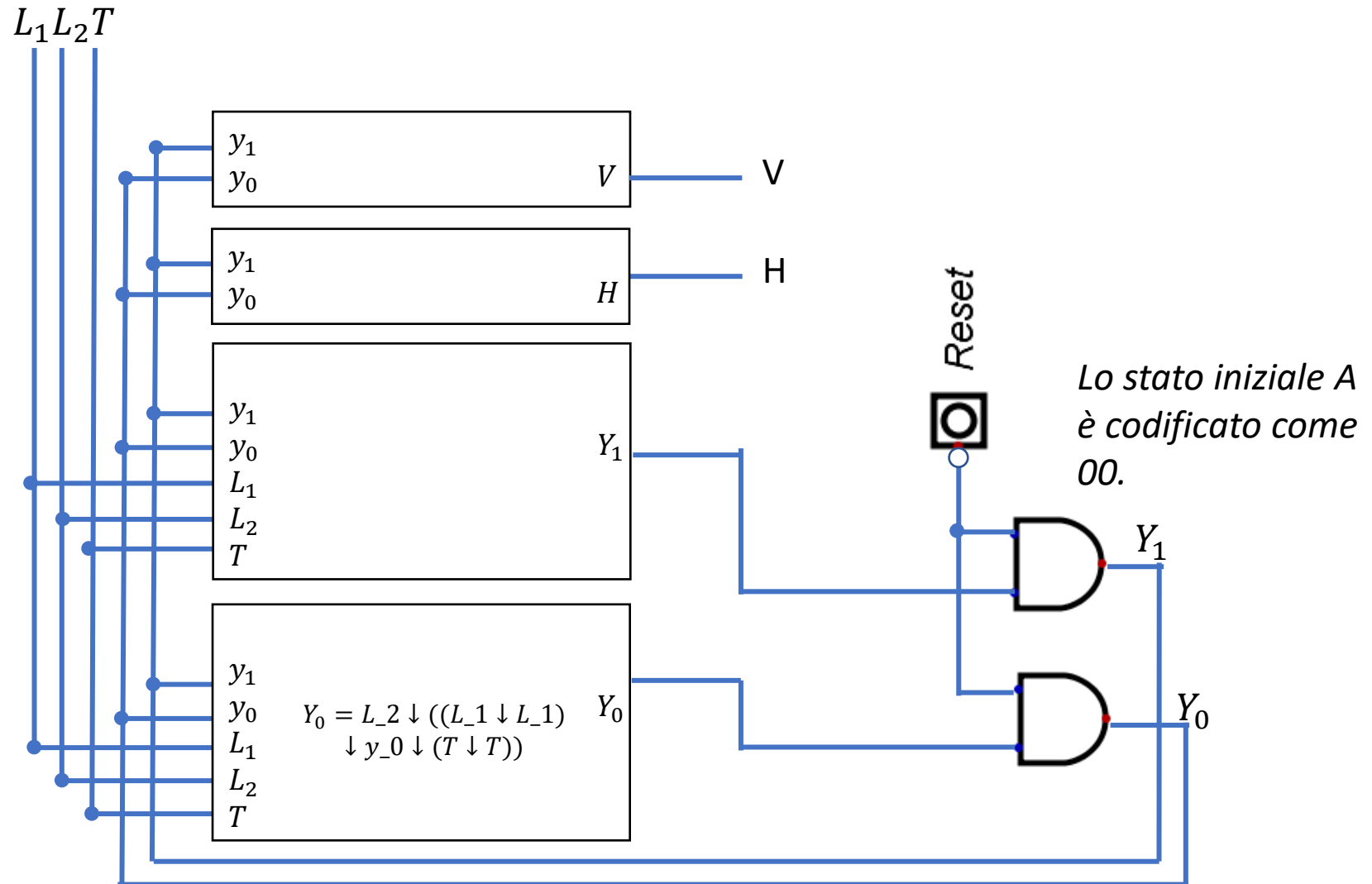
$L_2T$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	1	0	0
11	1	1	0	0
10	1	-	0	0

$L_1 = 1$

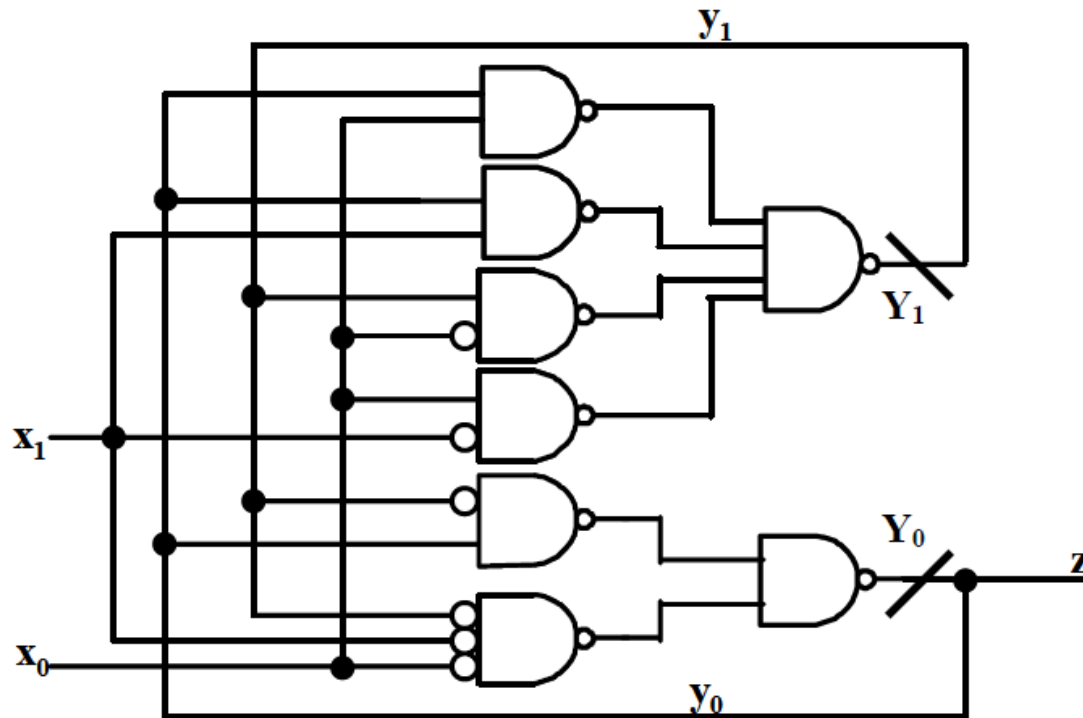
$$Y_0 = L'_2 \cdot (L'_1 + y_0 + T')$$

$$Y_0 = L_2 \downarrow ((L_1 \downarrow L_1) \downarrow y_0 \downarrow (T \downarrow T))$$

# Esercizio 2 - Schema logico



# Esercizio 3 – Analisi



$$Y_1(NAND) = (y_0 \uparrow x_0) \uparrow (y_0 \uparrow x_1) \uparrow (y_1 \uparrow x'_0) \uparrow (x_0 \uparrow x'_1)$$

$$Y_0(NAND) = (y'_1 \uparrow y_0) \uparrow (y'_1 \uparrow x'_0 \uparrow x'_1)$$

$$Y_1(SP) = y_0x_0 + y_0x_1 + y_1x'_0 + x_0x'_1$$

$$Y_0(SP) = y'_1y_0 + y'_1x'_0x'_1$$

$$Z = y_0$$

# Esercizio 3 – Analisi

$x_1x_0$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	0	1

$$Y_1(SP) = y_0x_0 + y_0x_1 + y_1x'_0 + x_0x'_1 + y_1x'_1$$

La sintesi della rete presenta alee statiche non risolte. La soluzione priva di alee richiede l'introduzione di questo implicante aggiuntivo.



# Esercizio 3 – Analisi

$x_1x_0$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

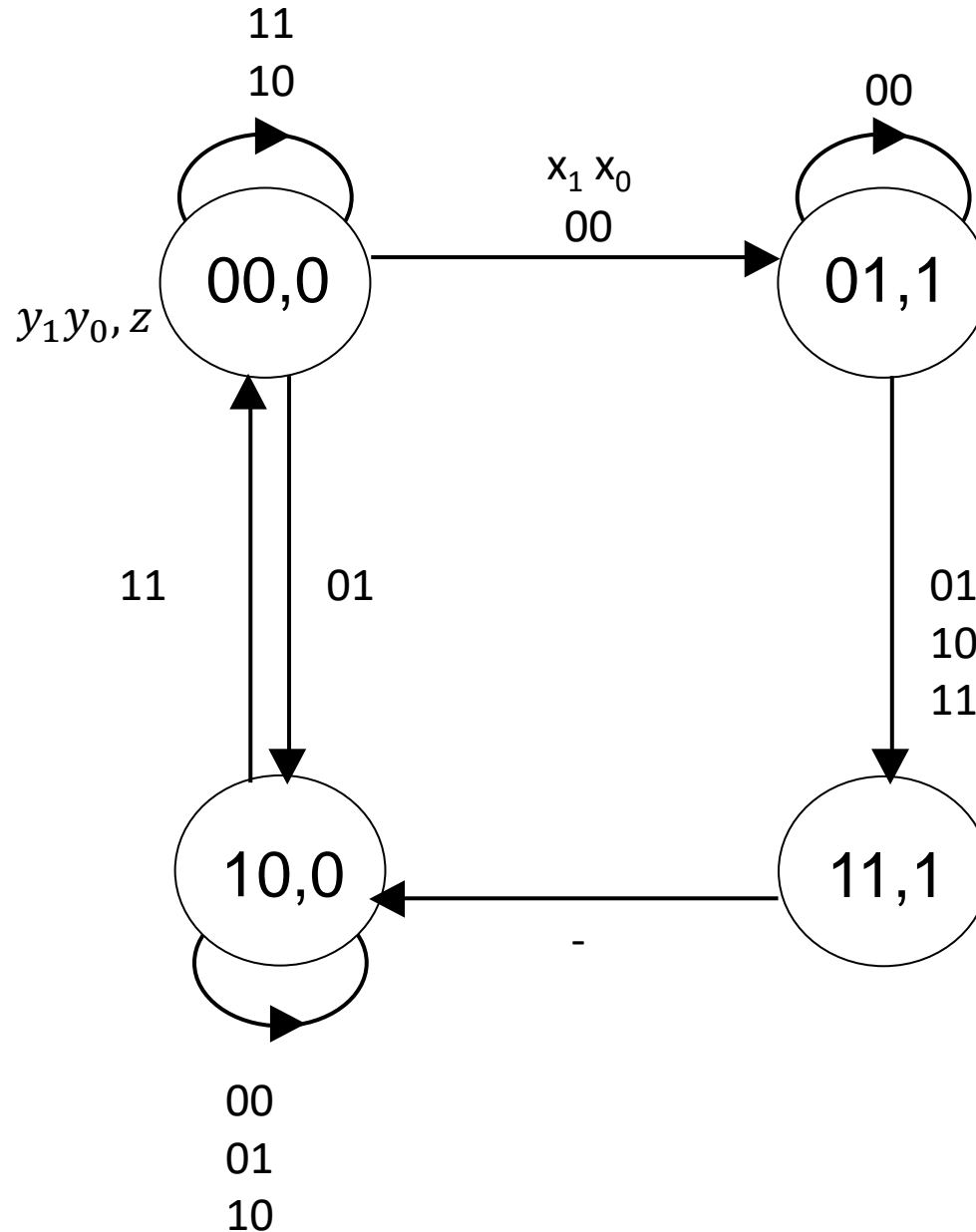
$$Y_0(SP) = y_1' y_0 + y_1' x_0' x_1'$$

# Esercizio 3 – Tabella delle transizioni

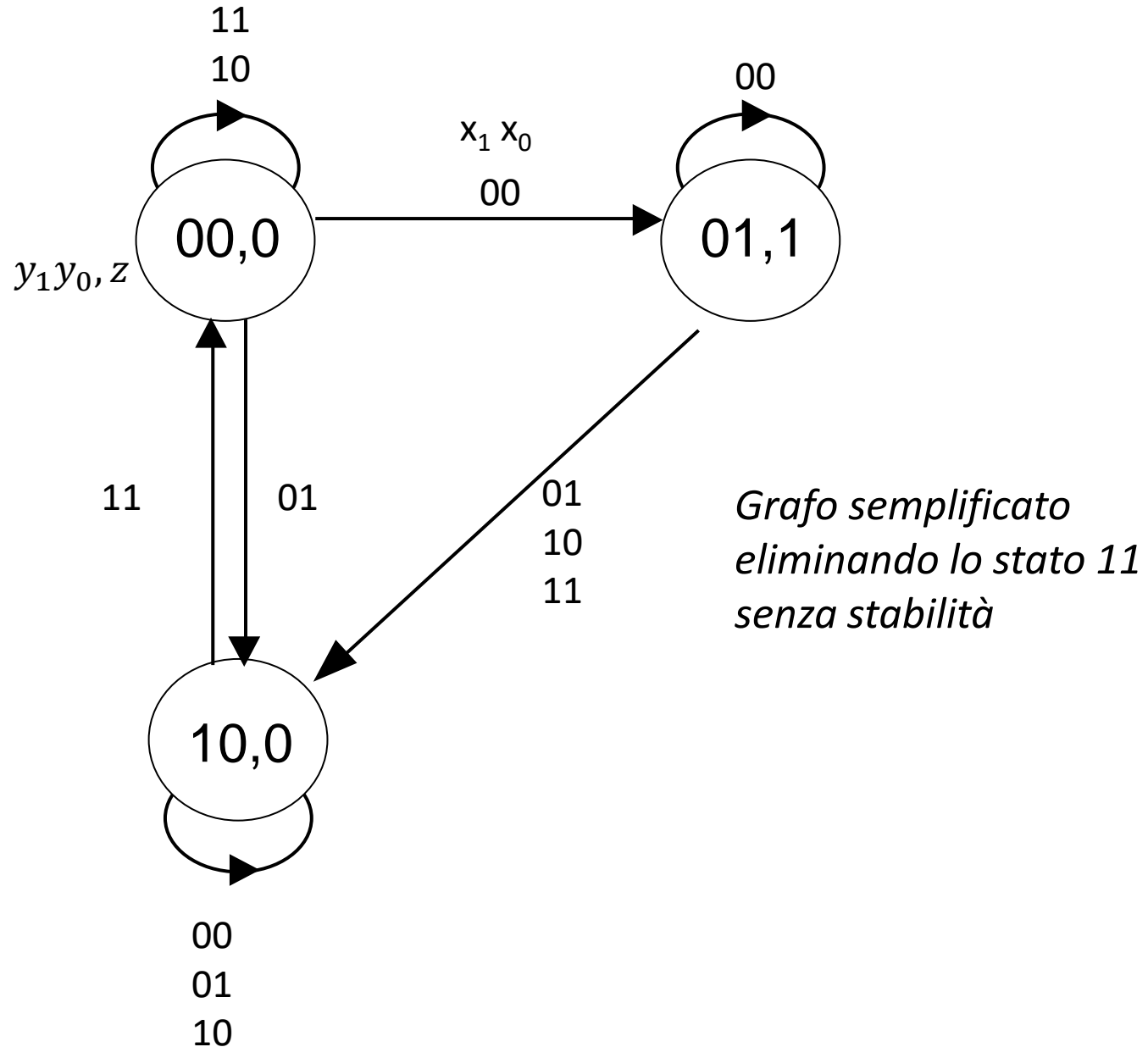
		$x_1x_0$					
		$y_1y_0$	00	01	11	10	z
<i>stato presente</i>	00	01	10	00	00	0	
	01	01	11	11	11	1	
	11	10	10	10	10	1	
	10	10	10	00	10	0	
			$Y_1Y_0$				

Lo stato 11 non ha stabilità ed è probabilmente stato aggiunto per risolvere corse tramite transizioni multiple.

# Esercizio 3 – Grafo degli stati



# Esercizio 3 – Grafo degli stati



# Esercizio 3 – Tabella Di Flusso

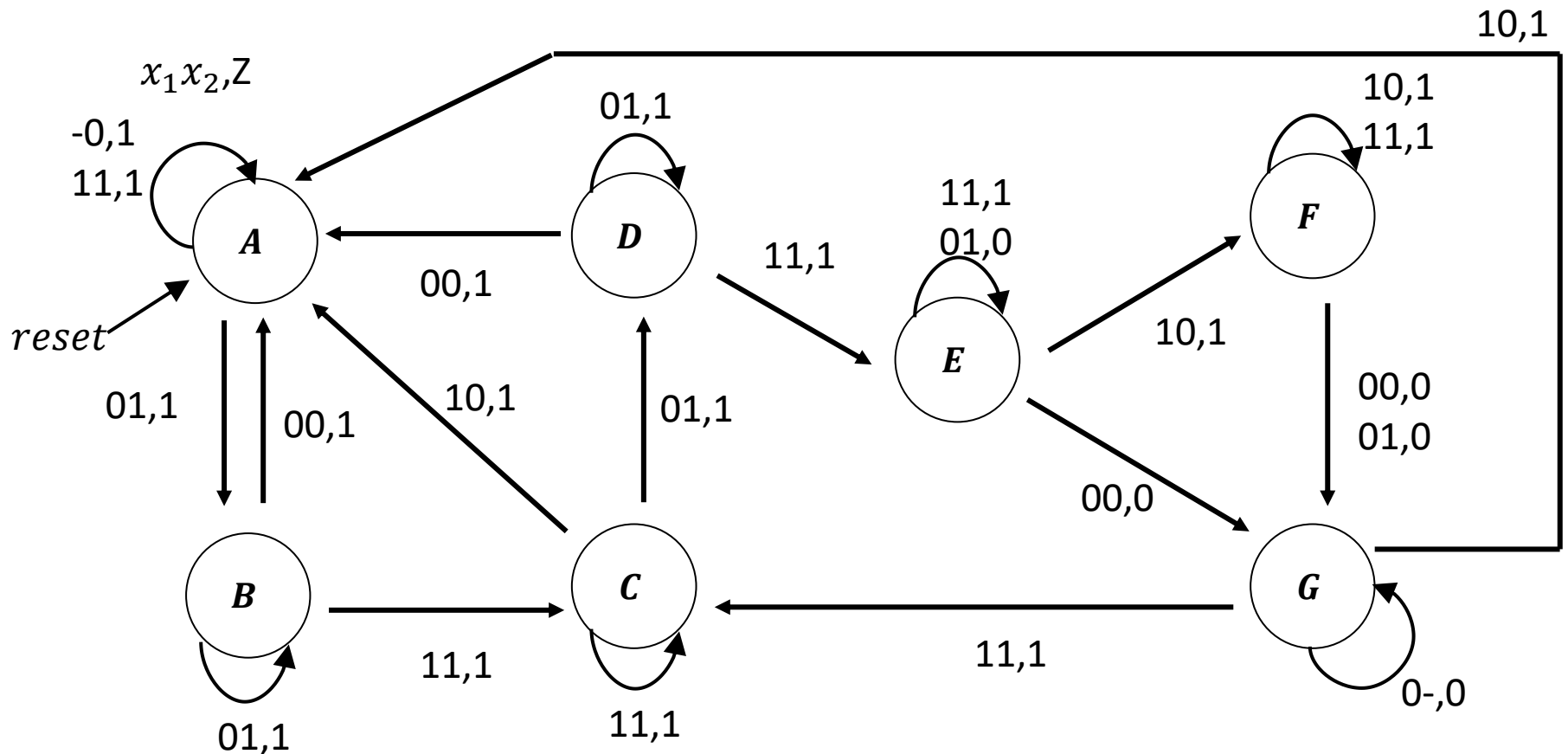
Rimuoviamo lo stato 11 dalla tabella di flusso perché privo di stabilità.

		$x_1x_0$					
		$y_1y_0$	00	01	11	10	$z$
<i>stato presente</i>	<b>A(00)</b>	B	C	A	A	0	
	<b>B(01)</b>	B	C	C	C	1	
	<b>C(10)</b>	C	C	A	C	0	
		<i>Stato futuro</i>					

**Punto 6:** In stato C, con ingresso 00, la sequenza di ingressi per portarsi in B con ingresso 00 (unica situazione di uscita stabile ad 1) è 00-(01 o 10)-11-10-00.

# Esercizio 4

Consideriamo come inizio di un periodo di  $x_1$  l'intervallo di  $T/2$  in cui  $x_1 = 1$ . Il grafo degli stati della rete è:



# Esercizio 4

Stato	Riassunto
<i>A</i>	<b>Stato attuale off, stato futuro off. Siamo giunti in questo stato al reset oppure tramite combinazione di ingressi in cui <math>x_2</math> valeva 0.</b>
<i>B</i>	<b>Stato attuale off, stato futuro off. Siamo nella seconda metà di periodo di <math>x_1</math>, sapendo però che <math>x_2</math> ha avuto delle variazioni in precedenza (quindi stato futuro off). Ora <math>x_2 = 1</math>.</b>
<i>C</i>	<b>Stato attuale off, prima metà di periodo di <math>x_1</math> con <math>x_2 = 1</math> (potenziale stato futuro on).</b>
<i>D</i>	<b>Stato attuale off, seconda metà di periodo di <math>x_1</math> con <math>x_2 = 1</math> (potenziale stato futuro on).</b>
<i>E</i>	<b>Stato attuale on, stato futuro on.</b>
<i>F</i>	<b>Stato attuale on, prima metà del periodo di <math>x_1</math>. <math>x_2</math> ha avuto una o più variazioni, quindi stato futuro off.</b>
<i>G</i>	<b>Stato attuale on, seconda metà del periodo di <math>x_1</math>. <math>x_2</math> ha avuto una o più variazioni, quindi stato futuro off.</b>

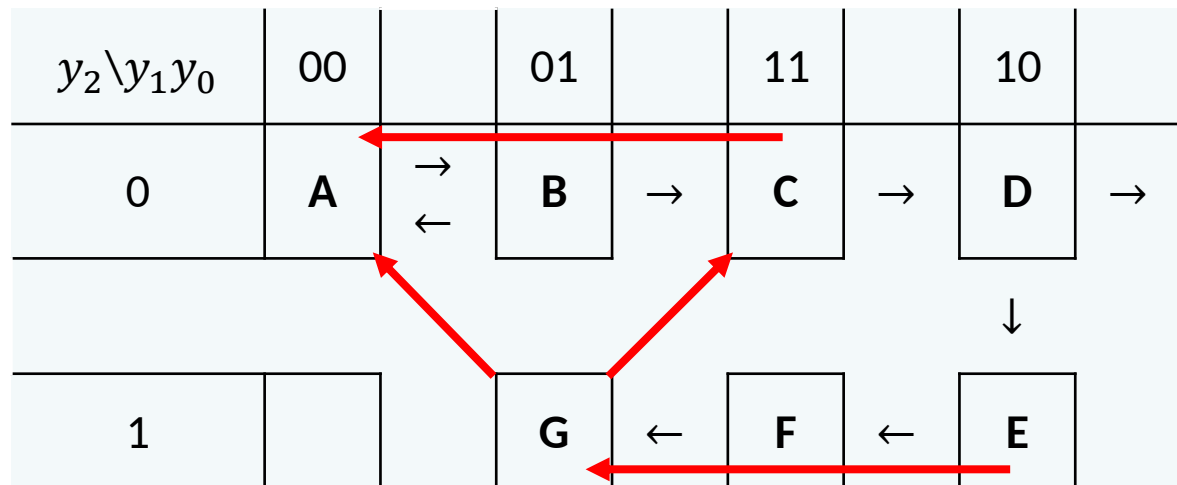
# Esercizio 4 – tabella di flusso

		$x_1 x_2$			
		00	01	11	10
<i>stato presente</i>	A	A,1	B,1	A,1	A,1
	B	A,1	B,1	C,1	-, -
	C	-, -	D,1	C,1	A,1
	D	A,1	D,1	E,1	-, -
	E	G,0	E,0	E,1	F,1
	F	G,0	G,0	F,1	F,1
	G	G,0	G,0	C,1	A,1
		<i>stato futuro, Z</i>			



# Esecizio 4 – Adiacenze e codifica

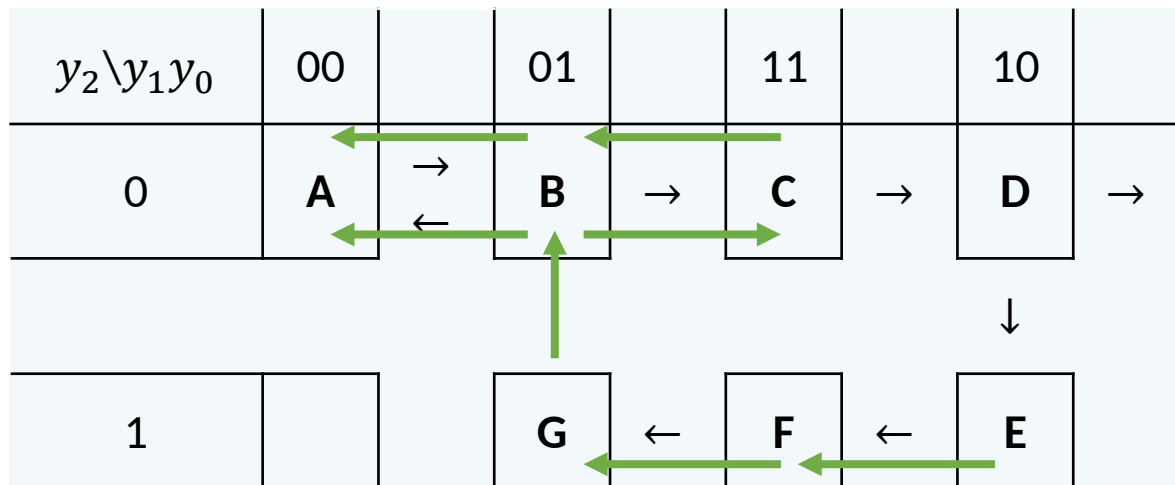
- Non ci sono configurazioni con un solo stato stabile



La rete presenta numerose corse critiche da risolvere mediante transizioni multiple.

# Esecizio 4 – Adiacenze e codifica

Le corse sono risolvibili utilizzando transizioni multiple

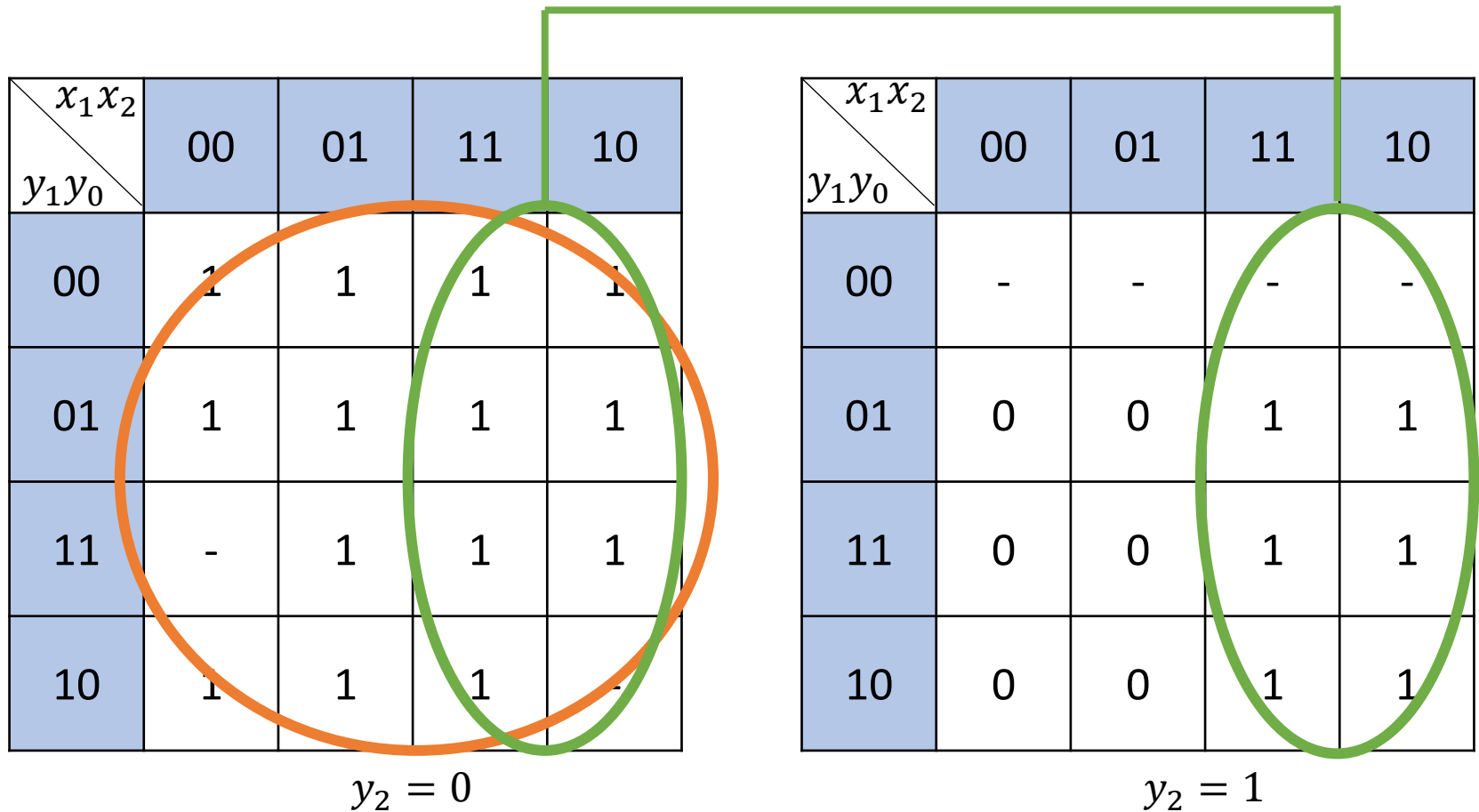


# Esecizio 4 – Tabella delle transizioni

In verde le modifiche apportate per rimuovere le corse.

		$x_1 x_2$			
		00	01	11	10
<i>stato presente</i>	$y_2 y_1 y_0$				
	A=000	000,1	001,1	000,1	000,1
	B=001	000,1	001,1	011,1	000,1
	C=011	-, -	010,1	011,1	001,1
	D=010	000,1	010,1	110,1	-, -
	E=110	111,0	110,0	110,1	111,1
	F=111	101,0	101,0	111,1	111,1
	G=101	101,0	101,0	001,1	001,1
100	-, -	-, -	-, -	-, -	
		$Y_2 Y_1 Y_0, Z$			

# Esercizio 4 – Sintesi Combinatoria Z



$$Z = y_2' + x_1$$

# Esercizio 4 – Sintesi Combinatoria $Y_2$

$x_1x_2$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	-	0	0	0
10	0	0	1	-

$y_2 = 0$

$x_1x_2$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	1	1	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_2 = y_1y_0'x_1 + y_2x_1' + y_2y_1$$

# Esercizio 4 – Sintesi Combinatoria $Y_1$

$x_1x_2$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	-	1	1	0
10	0	1	1	-

$y_2 = 0$

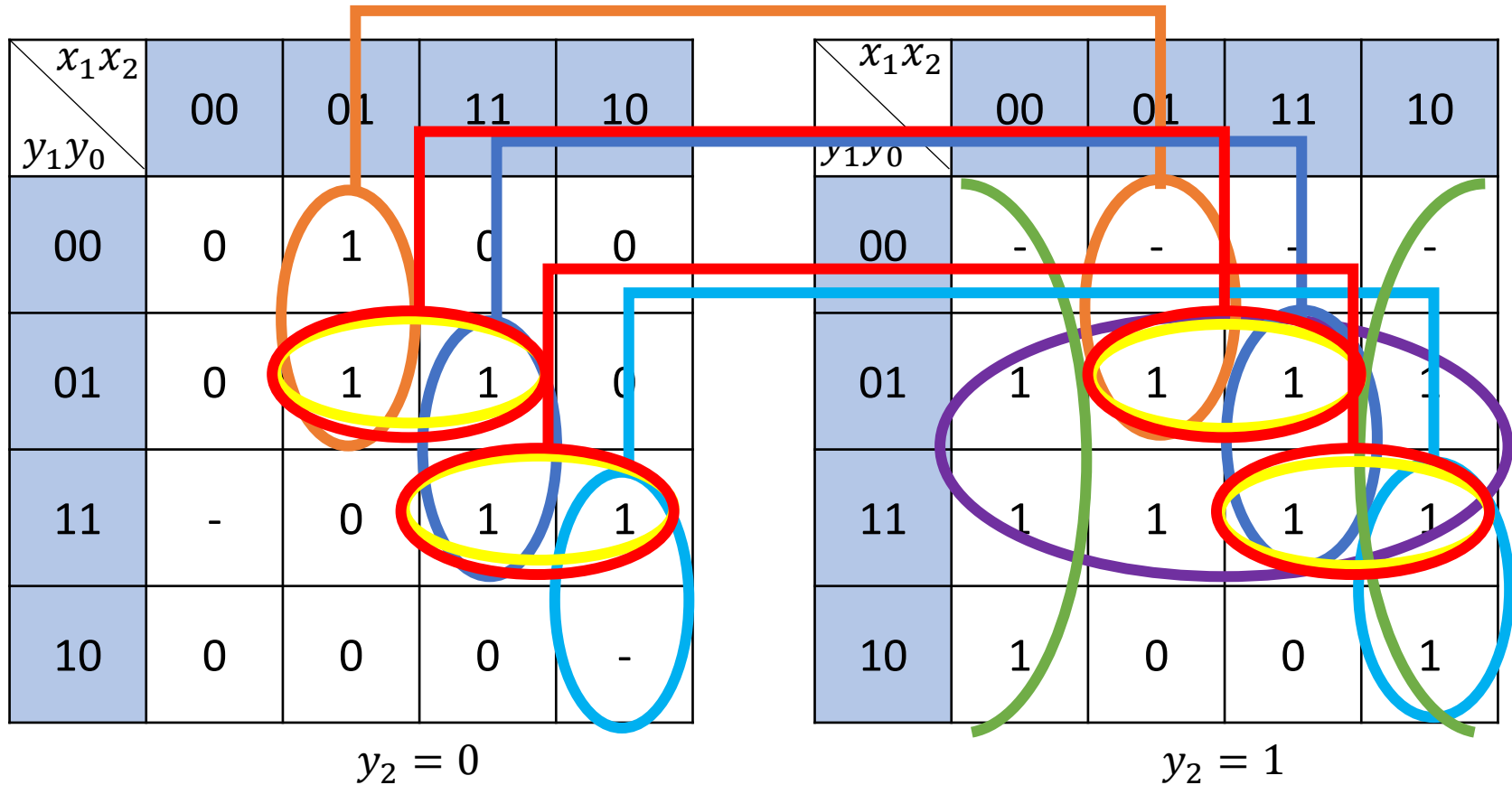
$x_1x_2$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	0	0	0	0
11	0	0	1	1
10	1	1	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_1 = y_2' y_1 x_2 + y_2' y_0 x_1 x_2 + y_2 y_0' + y_2 y_1 x_1 + y_1 x_1 x_2 + y_1 y_0' x_2$$

Termini ridondanti per evitare alee statiche

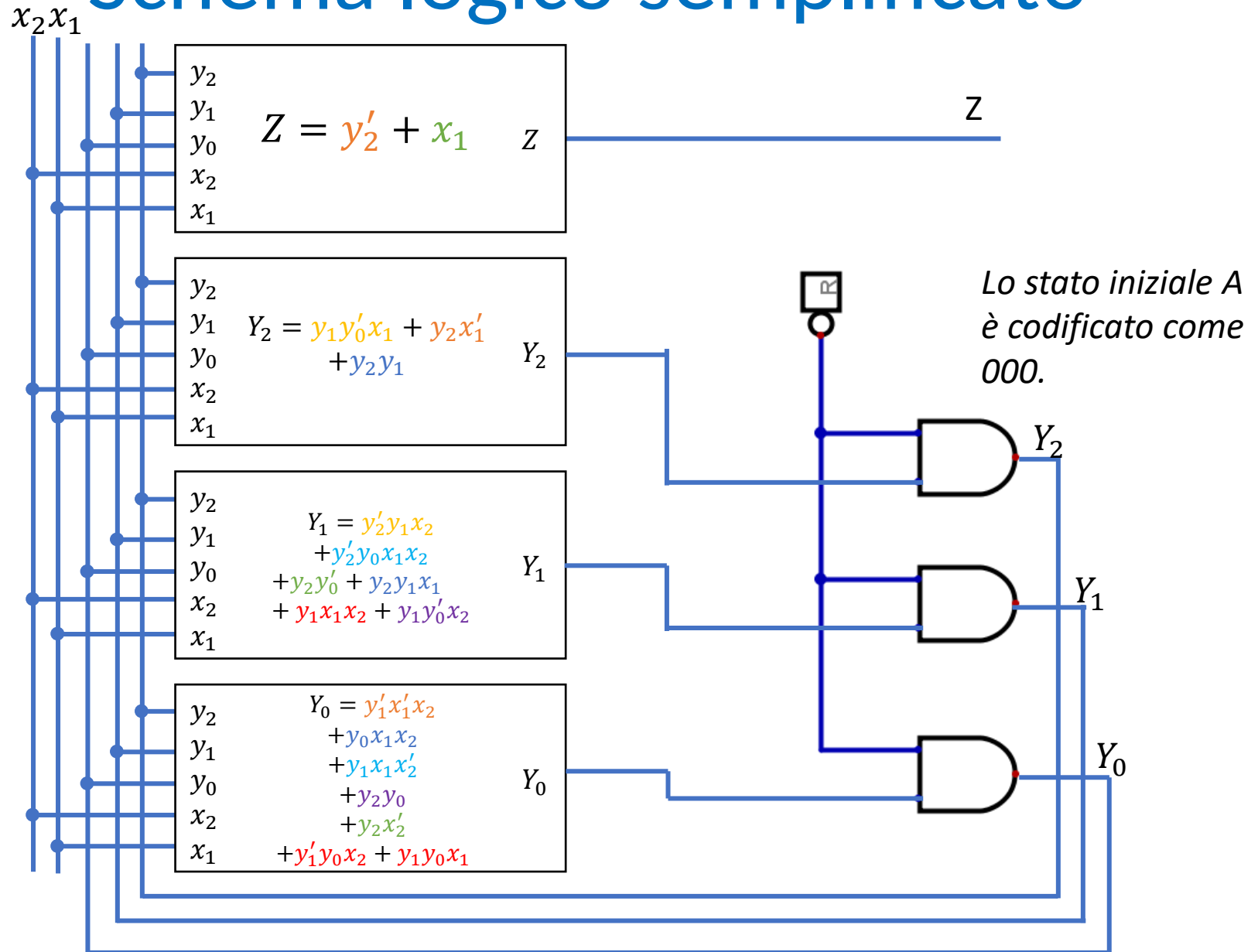
# Esercizio 4 – Sintesi Combinatoria $Y_0$



$$Y_0 = y_1'x_1'x_2 + y_0x_1x_2 + y_1x_1x_2' + y_2y_0 + y_2x_2' + y_1'y_0x_2 + y_1y_0x_1$$

Termini ridondanti per evitare alee statiche

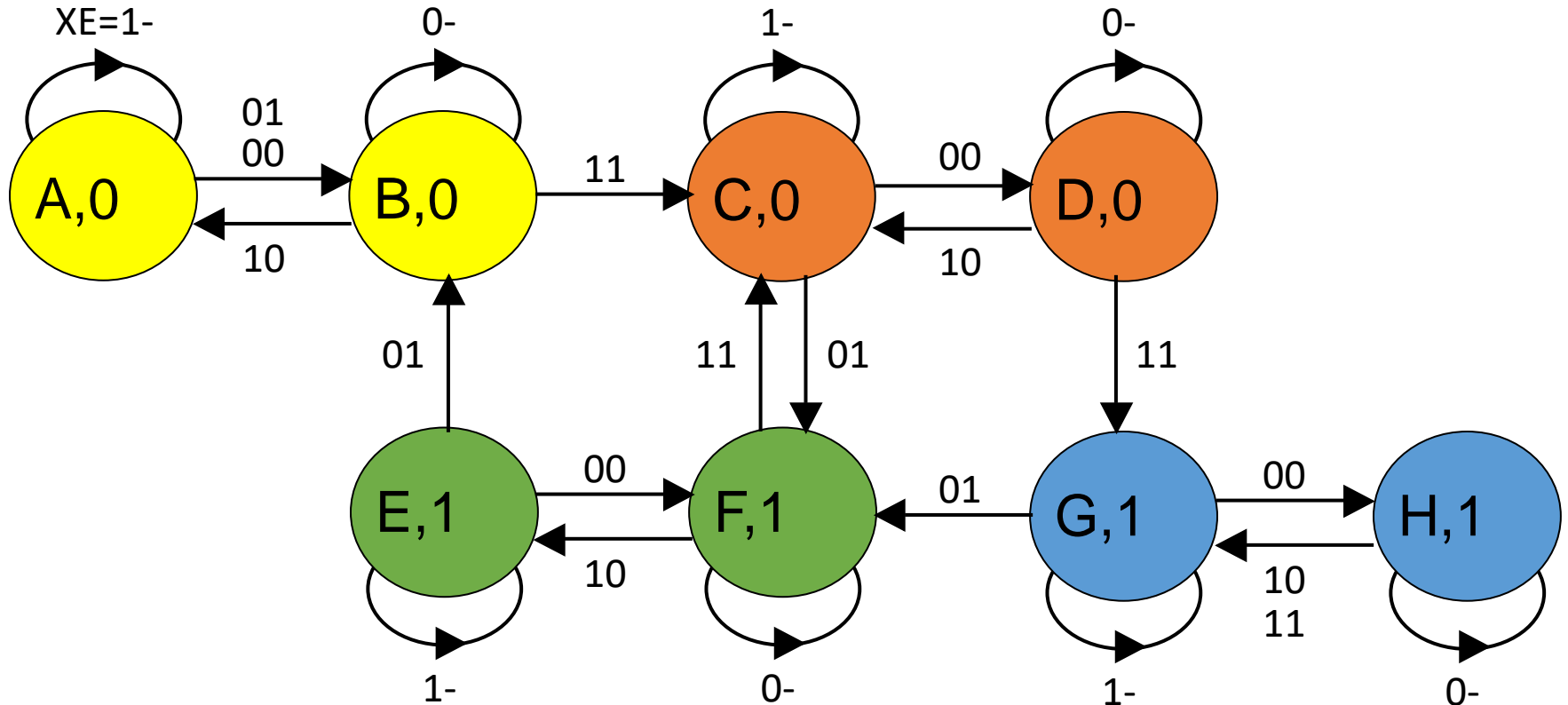
# Schema logico semplificato



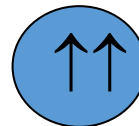
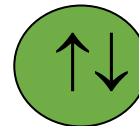
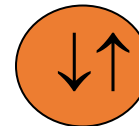
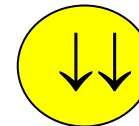


# Esercizio 5 – grafo degli stati

- Definiamo un fronte di X **significativo** se avviene mentre  $E=1$



Penultimo e ultimo fronte **significativo** di X:



# Esercizio 5

Stato	Riassunto
<i>A</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> di discesa, possibilità di soli fronti di discesa
<i>B</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> di discesa, possibilità di fronti di salita
<i>C</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> discesa e salita, possibilità di fronti di discesa
<i>D</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> discesa e salita, possibilità di fronti di salita
<i>E</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> salita e discesa, possibilità di fronti di discesa
<i>F</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> salita e discesa, possibilità di fronti di salita
<i>G</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> di salita, possibilità di fronti di discesa
<i>H</i>	Ultimi due fronti <u>significativi</u> di salita, possibilità di fronti di salita

# Esercizio 5 – tabella di flusso

		$XE$				
		00	01	11	10	Z
<i>stato presente</i>	A	B	B	A	A	0
	B	B	B	C	A	0
	C	D	F	C	C	0
	D	D	D	G	C	0
	E	F	B	E	E	1
	F	F	F	C	E	1
	G	H	F	G	G	1
	H	H	H	G	G	1
		<i>stato futuro</i>				

# Esercizio 5 – adiacenze e codifica

- Una codifica priva di corse critiche è direttamente ottenibile dalla tabella di flusso.

$y_2 \backslash y_1 y_0$	00		01		11		10	
0	<b>A</b>	$\begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix}$	<b>B</b>	$\rightarrow$	<b>C</b>	$\begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix}$	<b>D</b>	$\rightarrow$
			$\uparrow$		$\uparrow\downarrow$		$\downarrow$	
1	<b>H</b>		<b>E</b>	$\begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix}$	<b>F</b>	$\leftarrow$	<b>G</b>	$\begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix}$

# Esercizio 5 – tabella delle transizioni

		$XE$				
$y_2y_1y_0$		00	01	11	10	z
<i>stato presente</i>	A=000	001	001	000	000	0
	B=001	001	001	011	000	0
	C=011	010	111	011	011	0
	D=010	010	010	110	011	0
	G=110	100	111	110	110	1
	F=111	111	111	011	101	1
	E=101	111	001	101	101	1
	H=100	100	100	110	110	1
		$Y_2Y_1Y_0$				

# Esercizio 5 – Sintesi combinatoria Z

$y_1y_0$ $y_2$	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

$$Z = y_2$$

# Esercizio 5 - sintesi combinatoria $Y_2$

Attenzione a come vengono inseriti i valori in questa mappa!!!

$\begin{matrix} XE \\ y_1y_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	1	0	0
10	0	0	1	0

$y_2 = 0$

$\begin{matrix} XE \\ y_1y_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	1	1
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_2 = (y_2 + y_1)(y_2 + E)(y_2 + y'_0 + X')(y_2 + y_0 + X)(y_1 + y'_0 + X + E')(y'_1 + y'_0 + X' + E')$$

$$Y_2 = (y_2 \downarrow y_1) \downarrow (y_2 \downarrow E) \downarrow (y_2 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (X \downarrow X)) \downarrow (y_2 \downarrow y_0 \downarrow X)$$

$$\downarrow (y_1 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow X \downarrow (E \downarrow E)) \downarrow ((y_1 \downarrow y_1) \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (X \downarrow X) \downarrow (E \downarrow E))$$

# Esercizio 5 - sintesi combinatoria $Y_1$

Attenzione a come vengono  
inseriti i valori in questa mappa!!!

$XE$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$y_2 = 0$

$XE$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	0	0	0
11	1	1	1	0
10	0	1	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_1 = (y_2 + y_1 + y_0)(y_2 + y_1 + E)(y_1 + X + E')(y_2' + y_0 + X + E)(y_2' + y_1 + y_0' + X')$$

$$(y_2 + y_1 + X)(y_1 + y_0 + X)(y_2' + y_1 + y_0' + E')(y_1 + y_0' + X' + E)$$

Termini aggiunti per alee statiche

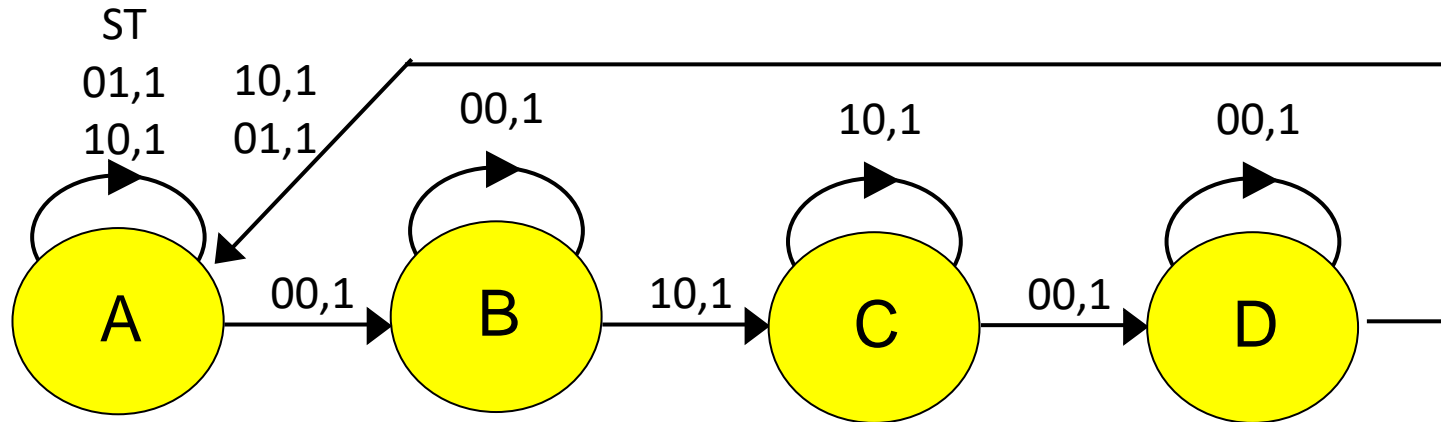


# Esercizio 5 – sintesi combinatoria $Y_1$

$$Y_1 = (y_2 + y_1 + y_0)(y_2 + y_1 + E)(y_1 + X + E')(y_2' + y_0 + X + E)(y_2' + y_1 + y_0' + X') \\ (y_2 + y_1 + X)(y_1 + y_0 + X)(y_2' + y_1 + y_0' + E')(y_1 + y_0' + X' + E)$$

$$Y_1 = (y_2 \downarrow y_1 \downarrow y_0) \downarrow \\ (y_2 \downarrow y_1 \downarrow E) \downarrow \\ (y_1 \downarrow X \downarrow (E \downarrow E)) \downarrow \\ ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow y_0 \downarrow X \downarrow E) \downarrow \\ ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow y_1 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (X \downarrow X)) \downarrow \\ (y_2 \downarrow y_1 \downarrow X) \downarrow \\ (y_1 \downarrow y_0 \downarrow X) \downarrow \\ ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow y_1 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (E \downarrow E)) \downarrow \\ (y_1 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (X \downarrow X) \downarrow E)$$

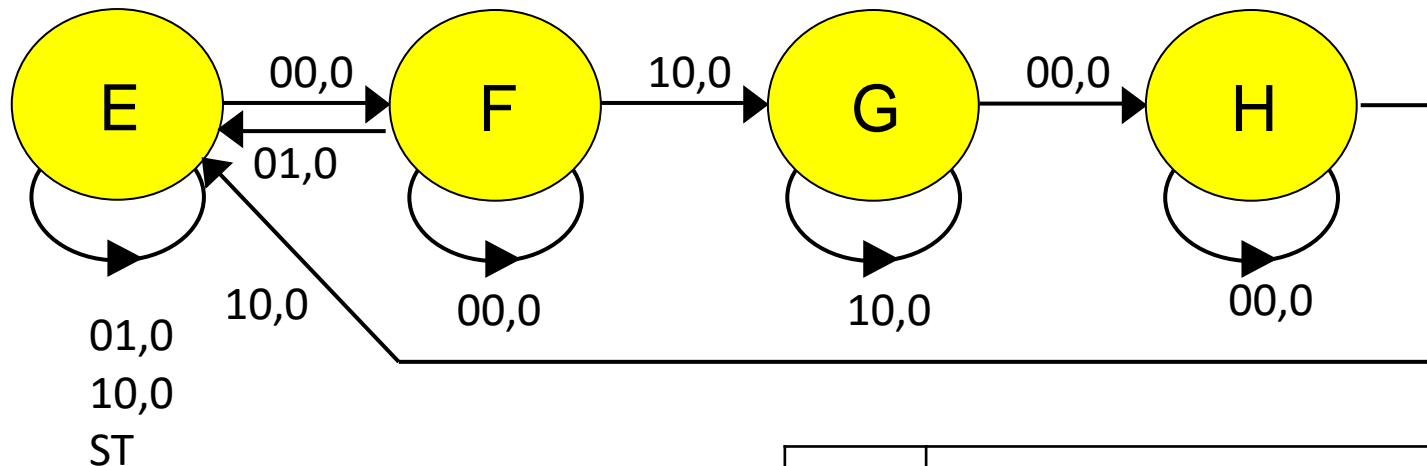
# Esercizio 6 – Grafo degli stati



Partiamo dallo stato in cui la rete abbia appena visto un fronte di salita di T ( $ST=01$ ) e nell'intervallo precedente abbia visto un numero di fronti di salita di S dispari. Visto che S e T non possono assumere il valore 1 in contemporanea, resteranno nella configurazione  $ST=01$  fino a quando T non tornerà a 0 ( $ST=00$ ). Da questo momento, dobbiamo contare i fronti di salita di S, per sapere come dovrà variare l'uscita al prossimo fronte di salita di T.

Stato	Riassunto
A	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale pari.
B	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale pari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.
C	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale dispari.
D	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale dispari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.

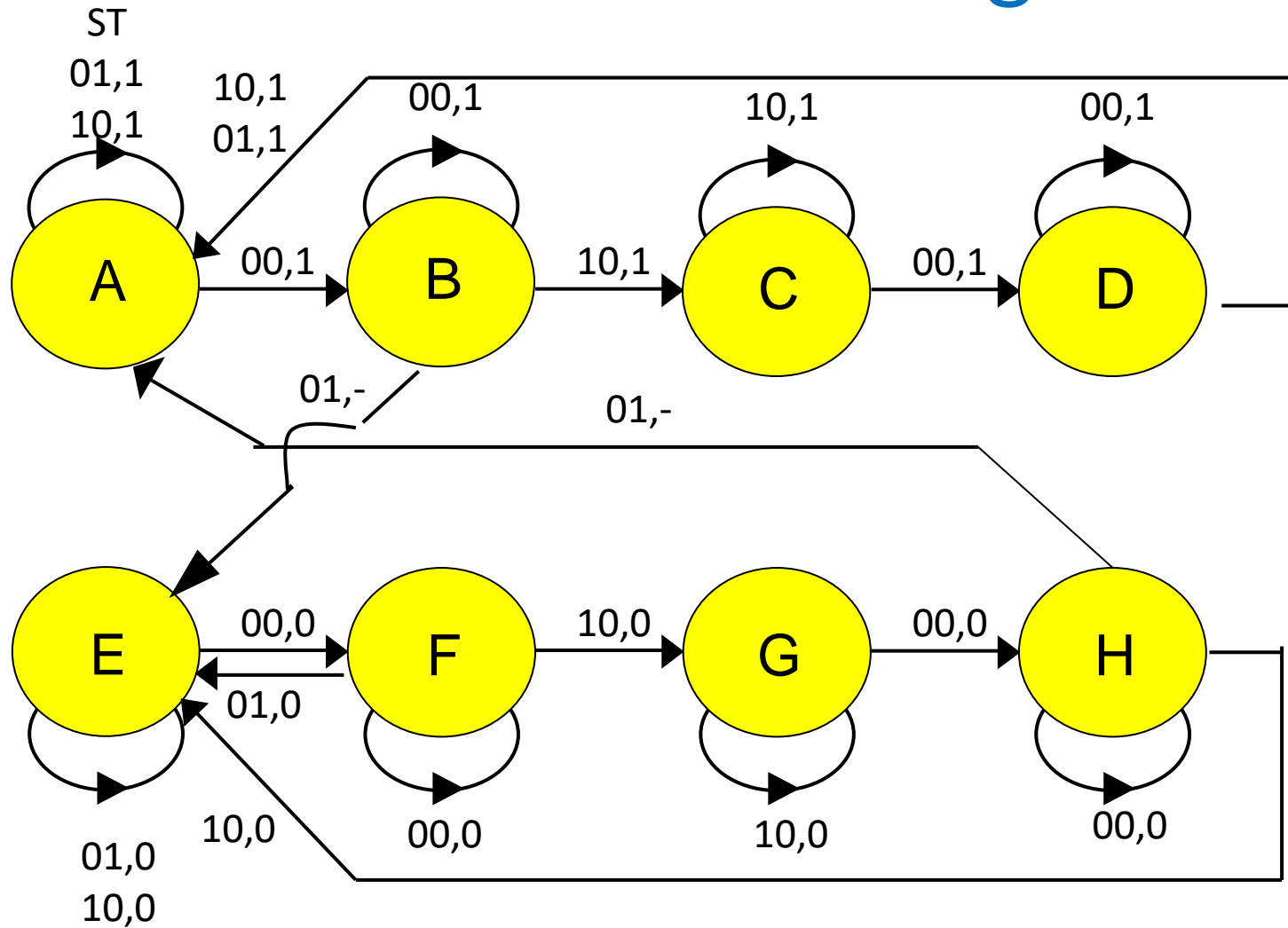
# Esercizio 6 – Grafo degli stati



In modo simmetrico, gestiamo il caso in cui la rete abbia visto un fronte di salita di T ( $ST=01$ ) e nell'intervallo precedente abbia visto un numero di fronti di salita di S pari. Visto che S e T non possono assumere il valore 1 in contemporanea, resteranno nella configurazione  $ST=01$  fino a quando T non tornerà a 0 ( $ST=00$ ). Da questo momento, dobbiamo contare i fronti di salita di S, per sapere come dovrà variare l'uscita al prossimo fronte di salita di T.

Stato	Riassunto
<i>E</i>	<b>Intervallo precedente pari, intervallo attuale pari.</b>
<i>F</i>	<b>Intervallo precedente pari, intervallo attuale pari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.</b>
<i>G</i>	<b>Intervallo precedente pari, intervallo attuale dispari.</b>
<i>H</i>	<b>Intervallo precedente pari, intervallo attuale dispari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.</b>

# Esercizio 6 – Grafo Degli stati



Aggiungiamo quindi le transizioni, al fronte di salita di T, verso A od E, a seconda che si sia visto un numero pari o dispari di fronti di S con  $T = 0$ .

# Esercizio 6 - Stati

- Il significato di ogni stato del grafo complessivo è riportato nella seguente tabella.

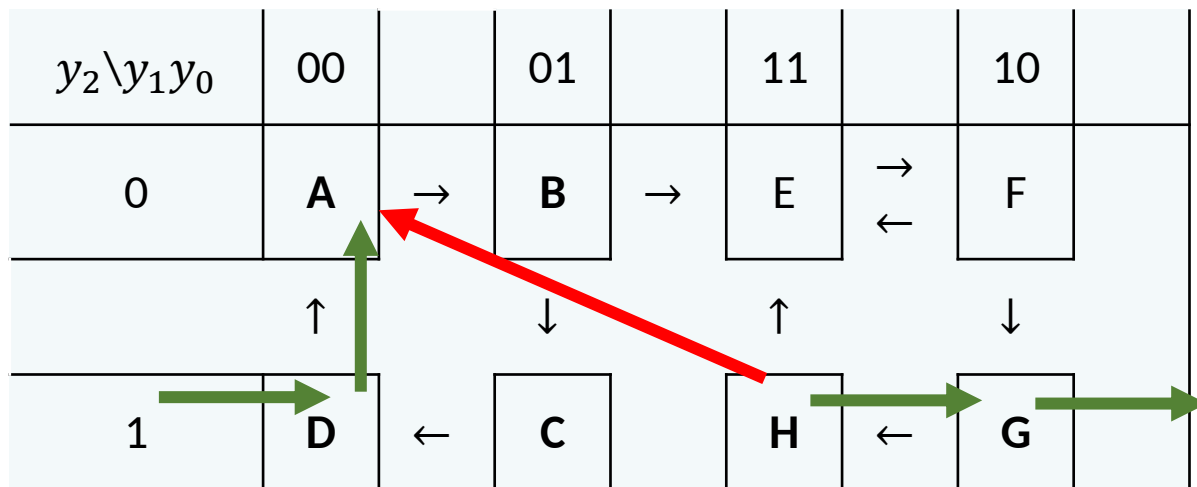
Stato	Riassunto
A	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale pari.
B	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale pari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.
C	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale dispari.
D	Intervallo precedente dispari, intervallo attuale dispari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.
E	Intervallo precedente pari, intervallo attuale pari.
F	Intervallo precedente pari, intervallo attuale pari. Pronto ad un fronte di salita di S o T.
G	Intervallo precedente pari, intervallo attuale dispari.
H	Intervallo precedente pari, intervallo attuale dispari. Pronto ad un fronte di S o T.

# Esercizio 6 – Tabella di flusso

		<i>ST</i>			
		00	01	11	10
<i>stato presente</i>	A	B,1	A,1	-, -	A,1
	B	B,1	E, -	-, -	C,1
	C	D,1	-, -	-, -	C,1
	D	D,1	A,1	-, -	A,1
	E	F,0	E,0	-, -	E,0
	F	F,0	E,0	-, -	G,0
	G	H,0	-, -	-, -	G,0
	H	H,0	A, -	-, -	E,0
		<i>stato futuro, Z</i>			

# Esercizio 6 - codifica

- Una possibile codifica che presenta una corsa critica (freccia rossa) risolvibile con transizione multiple (frecce verdi).



# Esercizio 6 – Tabella delle transizioni

		ST				
		$y_2y_1y_0$	00	01	11	10
stato presente	A=000		001,1	000,1	-, -	000,1
	B=001		001,1	011,-	-, -	101,1
	E=011		010,0	011,0	-, -	011,0
	F=010		010,0	011,0	-, -	110,0
	G=110		111,0	100,-	-, -	110,0
	H=111		111,0	110,-	-, -	011,0
	C=101		100,1	-, -	-, -	101,1
	D=100		100,1	000,1	-, -	000,1
		$Y_2Y_1Y_0, Z$				



# Esercizio 6 – sintesi combinatoria Z

$ST \backslash y_1 y_0$	00	01	11	10
00	1	1	-	1
01	1	-	-	1
11	0	0	-	0
10	0	0	-	0

$y_2 = 0$

$ST \backslash y_1 y_0$	00	01	11	10
00	1	1	-	1
01	1	-	-	1
11	0	-	-	0
10	0	-	-	0

$y_2 = 1$

$$Z = y_1' = (y_1 \uparrow y_1)$$

# Esercizio 6 – sintesi combinatoria $Y_1$

$ST$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	-	0
01	0	1	-	0
11	1	1	-	1
10	1	1	-	1

$y_2 = 0$

$ST$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	-	0
01	0	-	-	0
11	1	1	-	1
10	1	0	-	1

$y_2 = 1$

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= y_2' y_1 + y_0 T + y_1 T' + y_1 y_0 \\
 &= ((y_2 \uparrow y_2) \uparrow y_1) \uparrow (y_0 \uparrow T) \uparrow (y_1 \uparrow (T \uparrow T)) \uparrow (y_1 \uparrow y_0)
 \end{aligned}$$

Aggiunto per rimuovere alee statiche

# Esercizio 7

1. La rete ha una singola variabile di stato  $z$  quindi non si possono presentare problemi di corse critiche.
2. Tabella delle transizioni

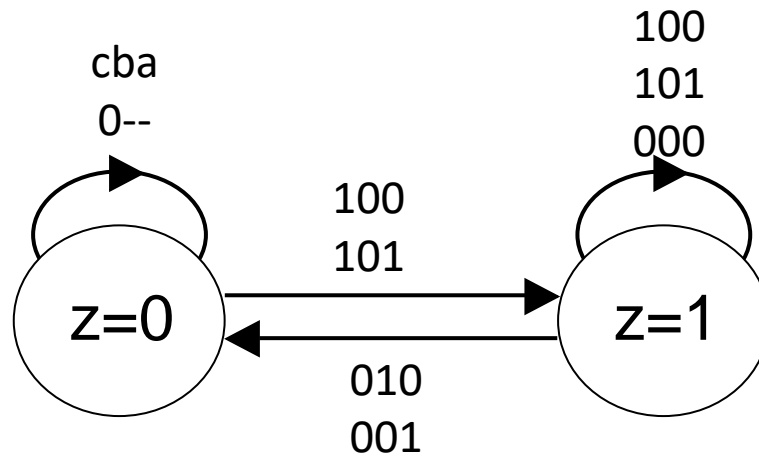
		c b a							
	z	000	001	011	010	100	101	111	110
s.p.	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1	1	0	1	0	1	1	0	0
		s.f.							

# Esercizio 7

## 3. Grafo degli stati:

Per ingresso 111 e 110, la rete non raggiunge mai uno stato stabile (configurazioni vietate).

La configurazione 011 non è adiacente a quelle per cui da stato 0 si transita in stato 1 (ovvero 100 e 101), né a quelle per cui lo stato 1 è stabile e che sono raggiungibili da 100 e 101 (ovvero 000), quindi è irraggiungibile in stato 1



# Esercizio 7

## 4. Sintesi a NOR

<i>ba</i> \ <i>zc</i>	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	-	-
11	1	1	-	-
10	1	0	-	0

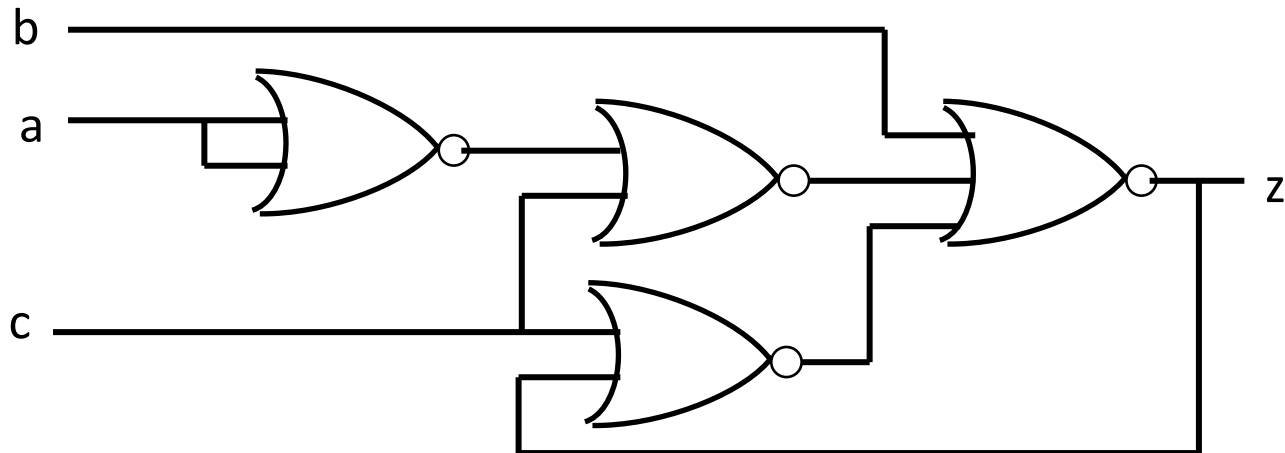
$$Z = b' \cdot (z + c) \cdot (a' + c)$$

$$Z = b \downarrow (z \downarrow c) \downarrow (a' \downarrow c)$$

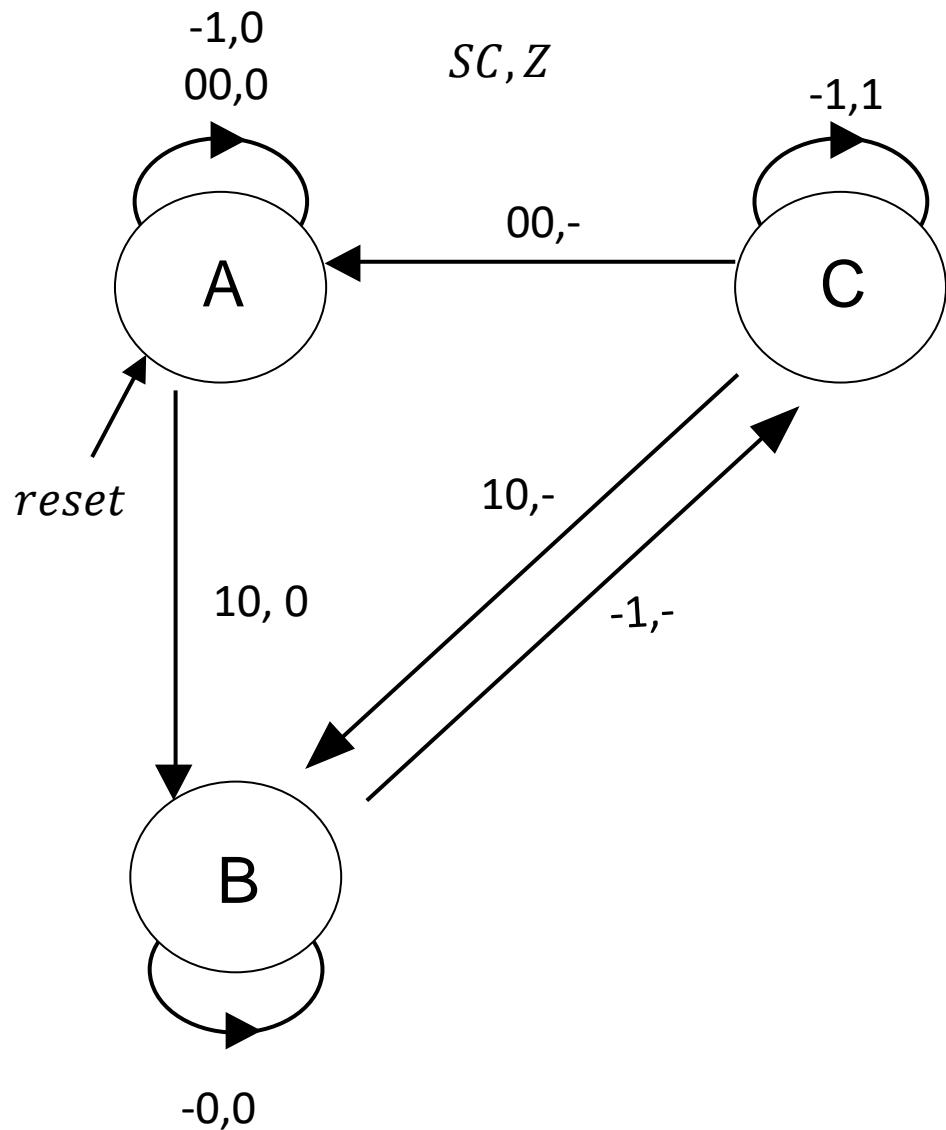
La rete sintetizzata elimina a priori il rischio di alee statiche su Z, cosa che l'espressione canonica implementata dal MUX non garantisce.

# Esercizio 7

## 5. Schema logico



# Esercizio 8 – grafo degli stati



Stato	Riassunto
A	<b>C=0 o C=1 con ultimo ciclo senza S=1</b>
B	<b>C=0 con S=1 verificatosi</b>
C	<b>C=1 con ultimo ciclo in cui S è stato = 1</b>

# Esercizio 8 – tabella di flusso

		$SC, Z$			
		00	01	11	10
<i>stato presente</i>	A	A,0	A,0	A,0	B,0
	B	B,0	C,-	C,-	B,0
	C	A,-	C,1	C,1	B,-
		<i>stato futuro, Z</i>			

La colonna 10 ha un solo stato stabile, quindi può essere ignorata per lo studio delle adiacenze. Una possibile codifica priva di stati:

$y_1 \backslash y_0$	0		1
0	<b>A</b>	←	<b>C</b>
			↑
1			<b>B</b>



# Esercizio 8 – tabella delle transizioni

Nella colonna esclusa dallo studio delle adiacenze, inseriamo al posto delle indifferenze l'unico stato e l'unica uscita stabili della colonna.

		$SC, Z$				
		$y_1y_0$	00	01	11	10
<i>stato presente</i>	00 = A	00,0	00,0	00,0	11,0	
	01 = C	00,-	01,1	01,1	11,0	
	11 = B	11,0	01,-	01,-	11,0	
	10	-, -	-, -	-, -	11,0	
			$Y_1Y_0, Z$			

# Esercizio 8 – sintesi combinatoria

$SC$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	-	1	1	0
11	0	-	-	0
10	-	-	-	0

$$Z = y_0C$$

# Esercizio 8 – sintesi combinatoria

$SC$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	1	0	0	1
10	-	-	-	1

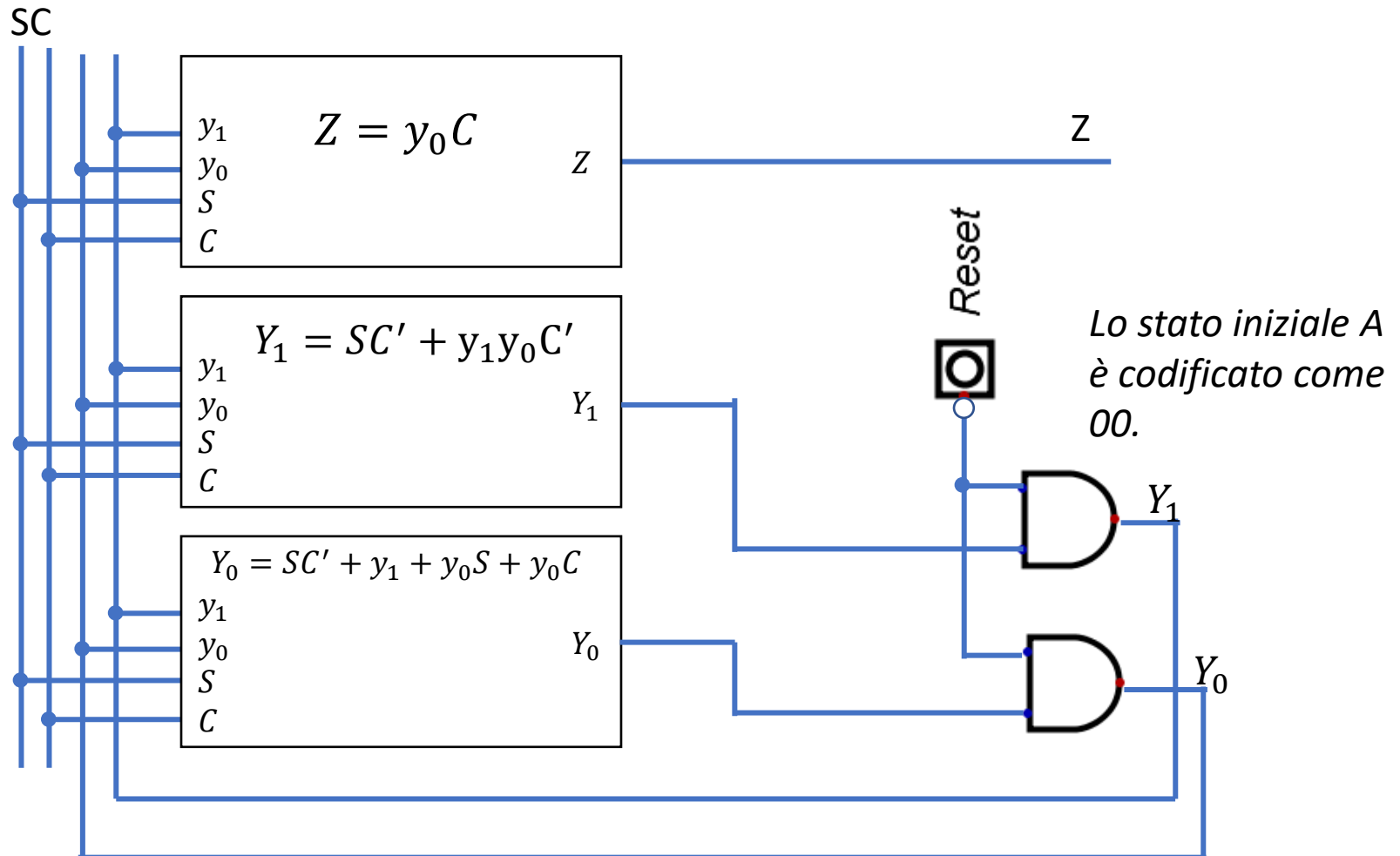
$$Y_1 = SC' + y_1y_0C'$$

# Esercizio 8 – sintesi combinatoria

$SC$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	1	1	1
11	1	1	1	1
10	-	-	-	1

$$Y_0 = SC' + y_1 + y_0S + y_0C$$

# Esercizio 8 – Schema Logico



# Esercizio 9

## 1. Espressioni a NAND/NOR e conversione SP

$$Y(NAND) = (x' \uparrow e) \uparrow (x' \uparrow y) \uparrow (e \uparrow y)$$

$$Y(SP) = x'e + x'y + ey$$

$$Z(NOR) = x' \downarrow y$$

$$Z(SP) = y'x$$

## 2. Tabella delle transizioni

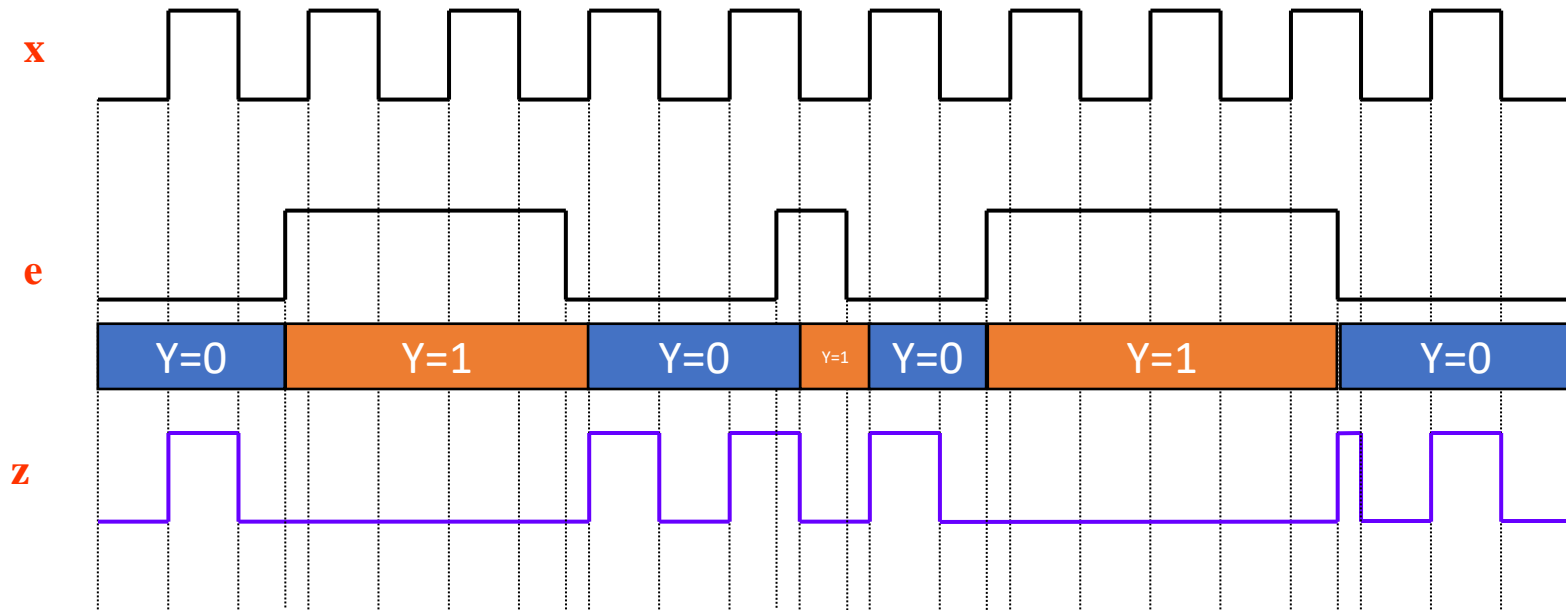
		x e			
		00	01	11	10
y	0	0,0	1,0	0,1	0,1
	1	1,0	1,0	1,0	0,0
		Y,z			

		x e			
		00	01	11	10
y	0	0,0	1,0	0,1	0,1
	1	1,0	1,0	1,0	0,0
		Y,z			

Stati stabili

# Esercizio 9

## 3. Forme D'onda



4. L'uscita  $z$  segue l'andamento del segnale  $x$ . Se però  $e$  assume il valore 1 quando  $x = 0$ , l'uscita rimane costante a 0 fino a che  $e$  non assume il valore 0 quando  $x = 1$ .

# Esercizio 10

## 1. Espressioni a NOR e conversione PS

$$Y(NOR) = (y \downarrow x_1) \downarrow (x_1 \downarrow x_2) \downarrow (y' \downarrow x_2)$$

$$Y(PS) = (y + x_1)(x_1 + x_2)(y' + x_2)$$

$$Z(PS) = y$$

## 2. Tabella delle transizioni (ottenibile dai mintermini delle espressioni PS)

		$x_1x_2$			
		00	01	11	10
$y$	0	0,0	0,0	1,0	1,0
	1	0,1	1,1	1,1	0,1
		$y,z$			



# Esercizio 10

3. La configurazione d'ingresso 10 deve essere vietata perché la rete non raggiunge mai uno stato stabile.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. La rete si comporta come un latch SR, con il comando di set  $x_1$  attivo alto e il comando di reset  $x_2$  attivo basso.

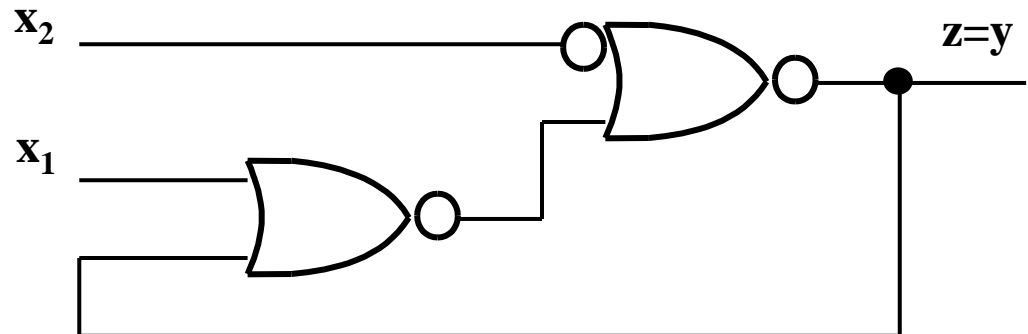
# Esercizio 10

## 5. Nuova tabella delle transizioni e sintesi a NOR

		$x_1 x_2$			
		00	01	11	10
$y$	0	0,0	0,0	1,0	-, -
	1	0,1	1,1	1,1	-, -
		$Y, z$			

$$Y(PS) = (x_1 + y)x_2$$

$$Y(NOR) = (y \downarrow x_1) \downarrow x_2'$$



# Esercizio 11

## 1. Espressioni SP

$$Y = \sum_3 m(\textcircled{3}, \textcircled{4}, \textcircled{5}, \textcircled{7})$$

$$Y(SP) = y'x_1x_0 + yx_1'x_0' + yx_1'x_0 + yx_1x_0$$

$$Z(SP) = y$$

## 2. Tabella delle transizioni (ottenibile dai mintermini delle espressioni SP)

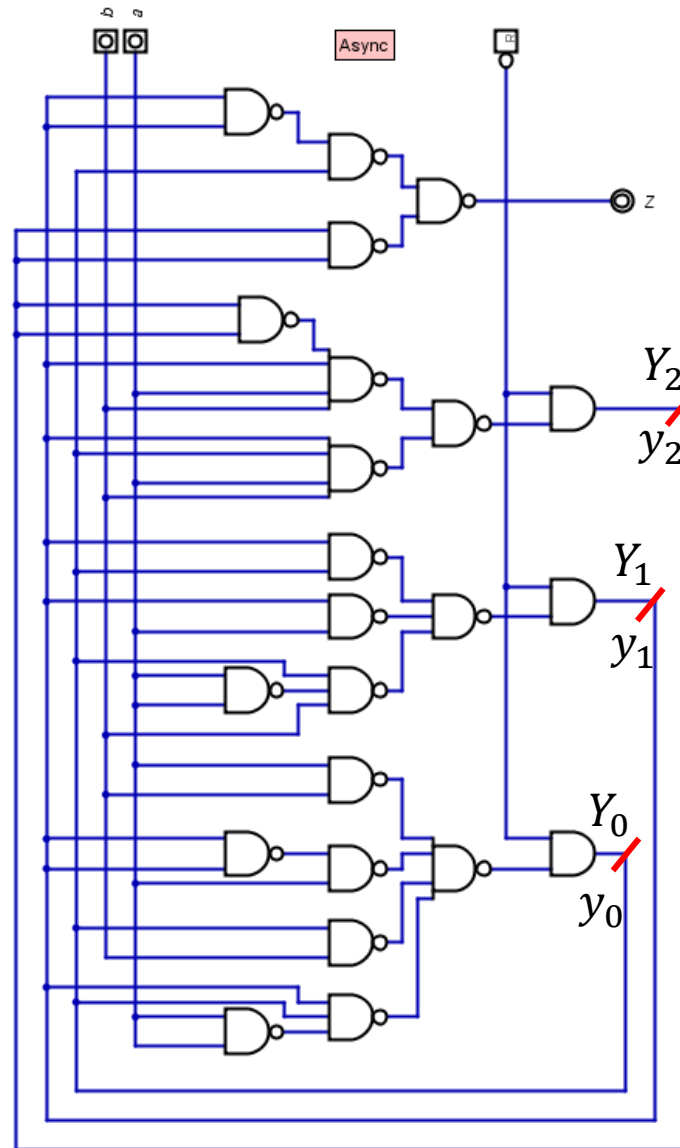
		$x_1x_0$			
		00	01	11	10
$y$	0	0,0	0,0	1,0	0,0
	1	1,1	1,1	1,1	0,1

$Y,z$

# Esercizio 11

3. Dalla tabella delle transizioni si può osservare che se  $x_1=0$  la rete mantiene il bit di informazione in essa memorizzato. La configurazione  $x_1=1$  forza invece la scrittura del valore assunto dall'altro ingresso  $x_0$ . Il comportamento della rete è quindi quello di un latch CD in cui  $x_1$  è l'ingresso di clock (C) e  $x_0$  è l'ingresso di dato (D).
4. Dai raggruppamenti rettangolari che corrispondono ai termini prodotto presenti nell'espressione SP (espressione canonica) della variabile di stato futuro, si può osservare la presenza di "1" adiacenti non racchiusi all'interno di uno stesso raggruppamento rettangolare. Conseguentemente, la variabile di stato è soggetta ad alee statiche di "1" e quindi non è soddisfatto il vincolo di progetto delle reti asincrone che impone l'assenza di alee sulle variabili di stato.

# Esercizio 12



# Esercizio 12

$$Z = ((y_1 \uparrow y_1) \uparrow y_0) \uparrow (y_2 \uparrow y_2)$$

$$Z = y_1' y_0 + y_2$$

$$Y_2 = ((y_2 \uparrow y_2) \uparrow y_1 \uparrow a \uparrow b) \uparrow (y_1 \uparrow y_0 \uparrow a \uparrow b)$$

$$Y_2 = y_2' y_1 a b + y_1 y_0 a b$$

$$Y_1 = (y_1 \uparrow y_0) \uparrow (y_1 \uparrow a) \uparrow (y_0 \uparrow (a \uparrow a) \uparrow b)$$

$$Y_1 = y_1 y_0 \uparrow y_1 a + y_0 a' b$$

$$Y_0 = (a \uparrow b) \uparrow ((y_1 \uparrow y_1) \uparrow a) \uparrow (y_0 \uparrow b) \uparrow (y_1 \uparrow y_0 \uparrow (a \uparrow a))$$

$$Y_0 = a b + y_1' a + y_0 b + y_1 y_0 a'$$

# Esercizio 12

$y_1 y_0$ $y_2$	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	1	1

$$Z = y_1' y_0 + y_2$$

# Esercizio 12

$ab \backslash y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$y_2 = 0$

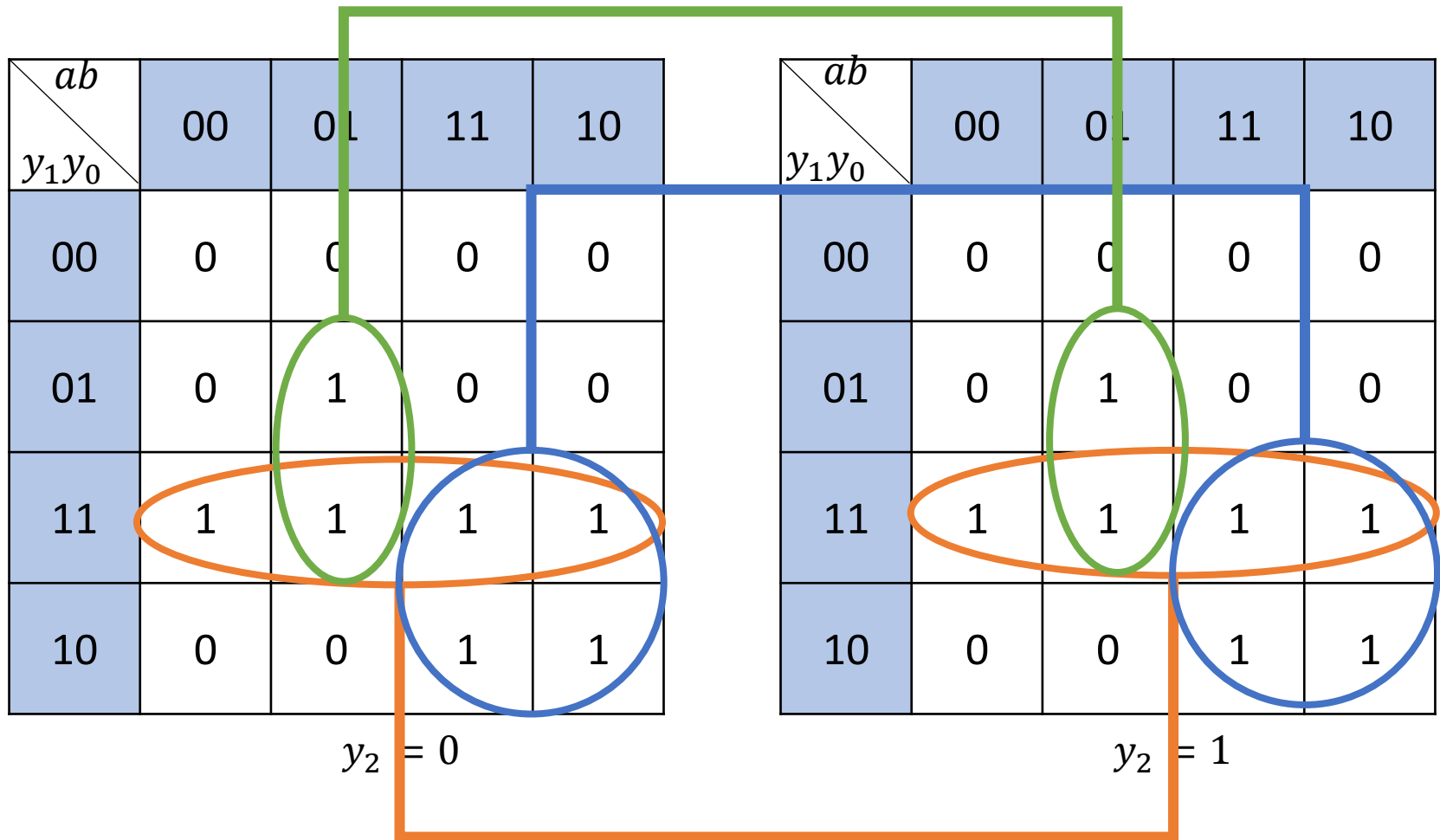
$ab \backslash y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

$y_2 = 1$

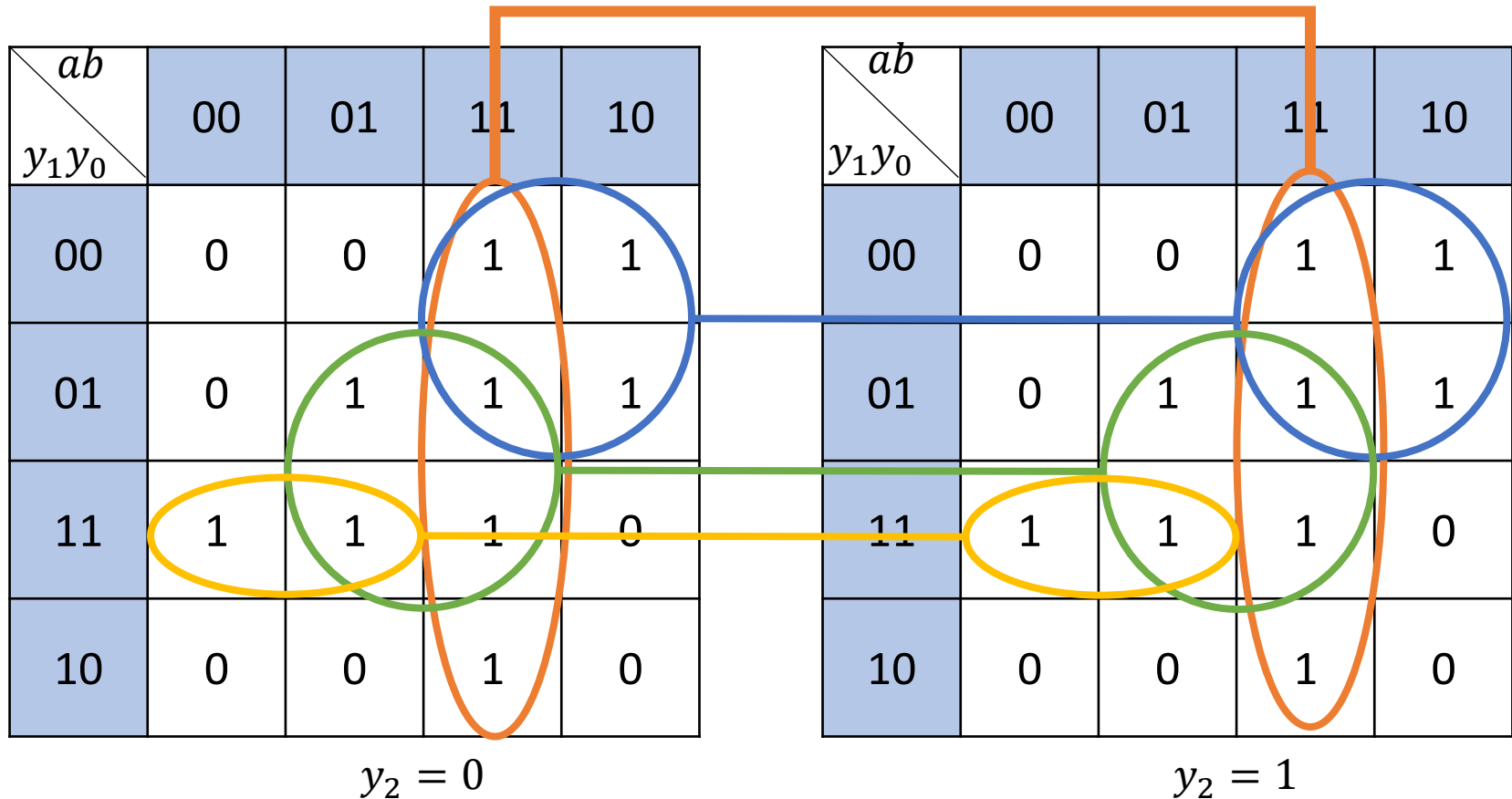
$$Y_2 = y_2' y_1 ab + y_1 y_0 ab$$



# Esercizio 12





# Esercizio 12



$$Y_0 = ab + y_1' a + y_0 b + y_1 y_0 a'$$

# Esercizio 12

		$ab$				
		00	01	11	10	Z
$y_2y_1y_0$	000	000	000	001	001	0
	001	000	011	001	001	1
	011	011	011	111	010	0
	010	000	000	 111	010	0
	100	000	000	001	001	1
	101	000	011	001	001	1
	111	011	011	111	 010	1
	110	000	000	011	010	1
		$Y_2Y_1Y_0$				



Celle non adiacenti a stabilità (combinazioni stato/ingressi impossibili)





Righe prive di stabilità (stati non utilizzati dalla rete)



Potenziali corse critiche

# Esercizio 12

$ab$

	00	01	11	10	Z
000	000	000	001	001	0
001	000	011	001	001	1
011	011	011	111	010	0
010	000	000	 111	010	0
100	000	000	001	001	1
101	000	011	001	001	1
111	011	011	111	 010	1
110	000	000	011	010	1

$Y_2Y_1Y_0$

Corsa	Transizioni di stato	Uscite
010 -> 111	010 -> 011 -> 111 OK 010 -> 110 -> 111 OK 010 -> 110 -> 010 -> 110 -> ... NO <b>Corsa critica</b>	Ininfluenti in caso di corsa critica
111 -> 010	111 -> 011 -> 010 OK 111 -> 110 -> 010 OK OK, corsa NON critica	1 -> 0 -> 0 OK 1 -> 1 -> 0 OK OK, transizione multipla

# Esercizio 12

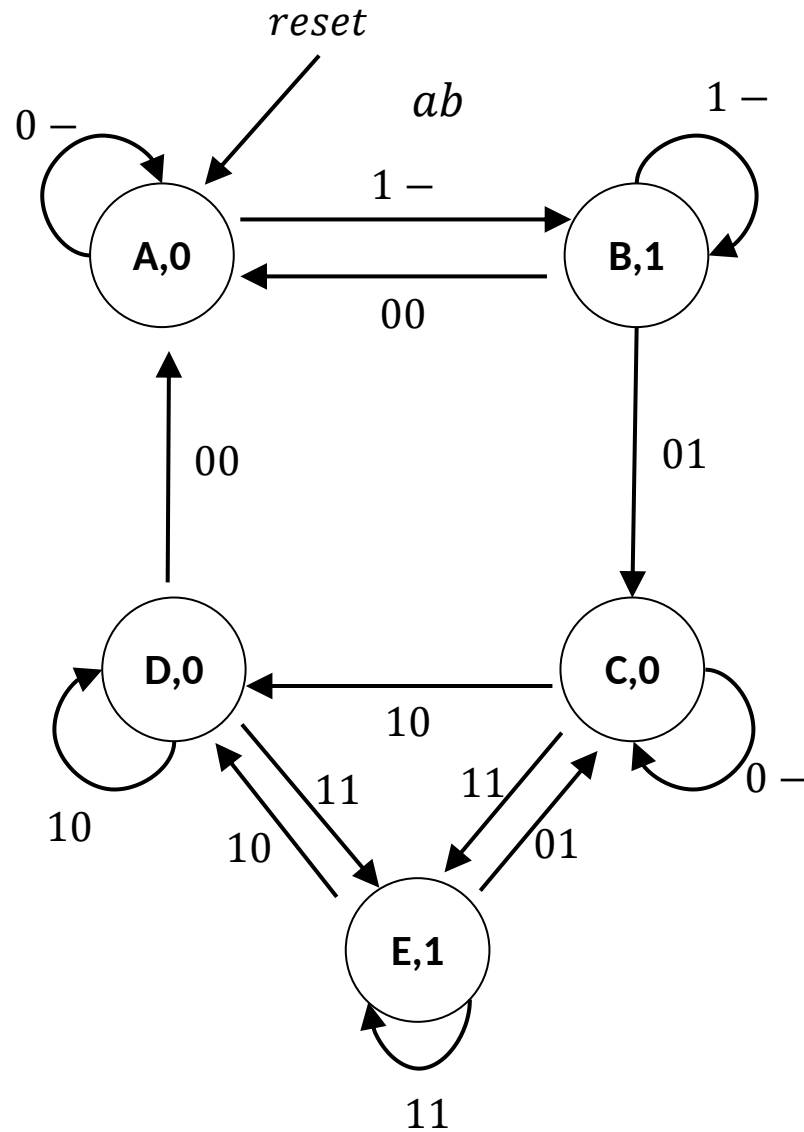
Violazione vincoli:

- E' presente una corsa critica in stato 010 con ingressi 11

# Esercizio 12

		<i>ab</i>				
		00	01	11	10	Z
<i>stato presente</i>	A (000)	A	A	B	B	0
	B (001)	A	C	B	B	1
	C (011)	C	C	E	D	0
	D (010)	A	---	E	D	0
	E (111)	---	C	E	D	1
		<i>stato futuro</i>				

# Esercizio 12



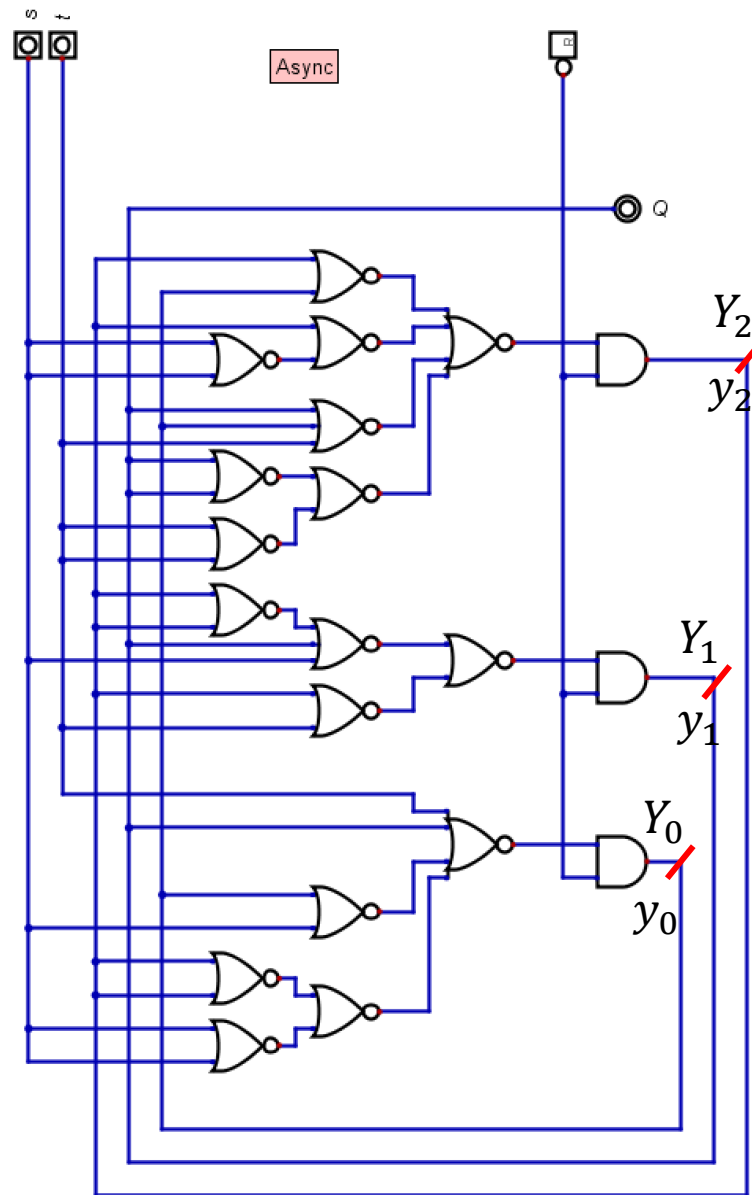
# Esercizio 12

## **Possibile interpretazione:**

Una rete sequenziale asincrona riceve due segnali in ingresso  $a$  e  $b$  che non cambiano mai valore contemporaneamente, e produce un segnale di uscita  $Z$ . Quando  $a$  ha valore “0” l’uscita assume valore “0” costante. Quando  $a$  ha valore “1”, sono possibili due comportamenti. L’uscita assume valore “1” costante se  $b$  valeva “0” durante il precedente fronte di discesa di  $a$ ; invece, l’uscita segue l’andamento di  $b$ , se  $b$  valeva “1” durante il precedente fronte di discesa di  $a$ . All’avvio del sistema, la rete assume di aver visto  $b$  a “0” durante il precedente fronte di discesa di  $a$ .



# Esercizio 13



# Esercizio 13

$$Q = y_1$$

$$Y_2 = (y_2 \downarrow y_0) \downarrow (y_2 \downarrow (s \downarrow s)) \downarrow (y_1 \downarrow y_0 \downarrow t) \downarrow ((y_1 \downarrow y_1) \downarrow (t \downarrow t))$$

$$Y_2 = (y_2 + y_0)(y_2 + s')(y_1 + y_0 + t)(y'_1 + t')$$

$$Y_1 = ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow y_1 \downarrow s) \downarrow (y_2 \downarrow t)$$

$$Y_1 = (y'_2 + y_1 + s)(y_2 + t)$$

$$Y_0 = t \downarrow y_1 \downarrow (y_0 \downarrow s) \downarrow ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow (s \downarrow s))$$

$$Y_0 = t' y'_1 (y_0 + s)(y'_2 + s')$$

# Esercizio 13

$y_1y_0$ $y_2$	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1

$$Q = y_1$$

# Esercizio 13

$st$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	0	0
11	1	0	0	0
10	0	0	0	0

$y_2 = 0$

$st$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1	1	1	1
11	1	0	0	1
10	1	0	0	1

$y_2 = 1$

$$Y_2 = (y_2 + y_0)(y_2 + s')(y_1 + y_0 + t)(y_1' + t')$$

# Esercizio 13

$st \backslash y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$y_2 = 0$

$st \backslash y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_1 = (y'_2 + y_1 + s)(y_2 + t)(y_1 + s + t)$$

Manca termine per evitare alee statiche

# Esercizio 13

$st$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	1	0	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

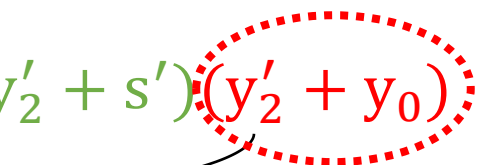
$y_2 = 0$

$st$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0



$y_2 = 1$

$$Y_0 = (t')(y'_1)(y_0 + s)(y'_2 + s')(y'_2 + y_0)$$

Manca termine per evitare alee statiche



# Esercizio 13

		$st$				
		00	01	11	10	$q$
$y_2y_1y_0$	000	000	010	010	001	0
	001	101	110	 010	001	0
	011	100	010	010	000	1
	010	000	010	010	000	1
	100	000	100	110	010	0
	101	101	100	110	 110	0
	111	110	010	010	110	1
	110	110	010	010	110	1
		$Y_2Y_1Y_0$				



Celle non adiacenti a stabilità (combinazioni stato/ingressi impossibili)



Righe prive di stabilità (stati non utilizzati dalla rete)



XXX

Transizioni multiple



Potenziali corse critiche

# Esercizio 13

		st				
		00	01	11	10	q
y <sub>2</sub> y <sub>1</sub> y <sub>0</sub>	000	000	010	010	001	0
	001	101	110	 010	001	0
	011	100	010	010	000	1
	010	000	010	010	000	1
	100	000	100	110	010	0
	101	101	100	110	 110	0
	111	110	010	010	110	1
	110	110	010	010	110	1
		Y <sub>2</sub> Y <sub>1</sub> Y <sub>0</sub>				

Corsa	Transizioni di stato	Uscite
101 -> 110 (ingressi 10)	101 -> 111 -> 110 OK 101 -> 100 -> 110 OK 101 -> 100 -> 000 -> 001 NO <b>Corsa critica</b>	Ininfluenti in caso di corsa critica
001 -> 010 (ingressi 11)	001 -> 000 -> 010 OK 001 -> 011 -> 010 OK	0 -> 0 -> 1 OK 0 -> 1 -> 1 OK



# Esercizio 13

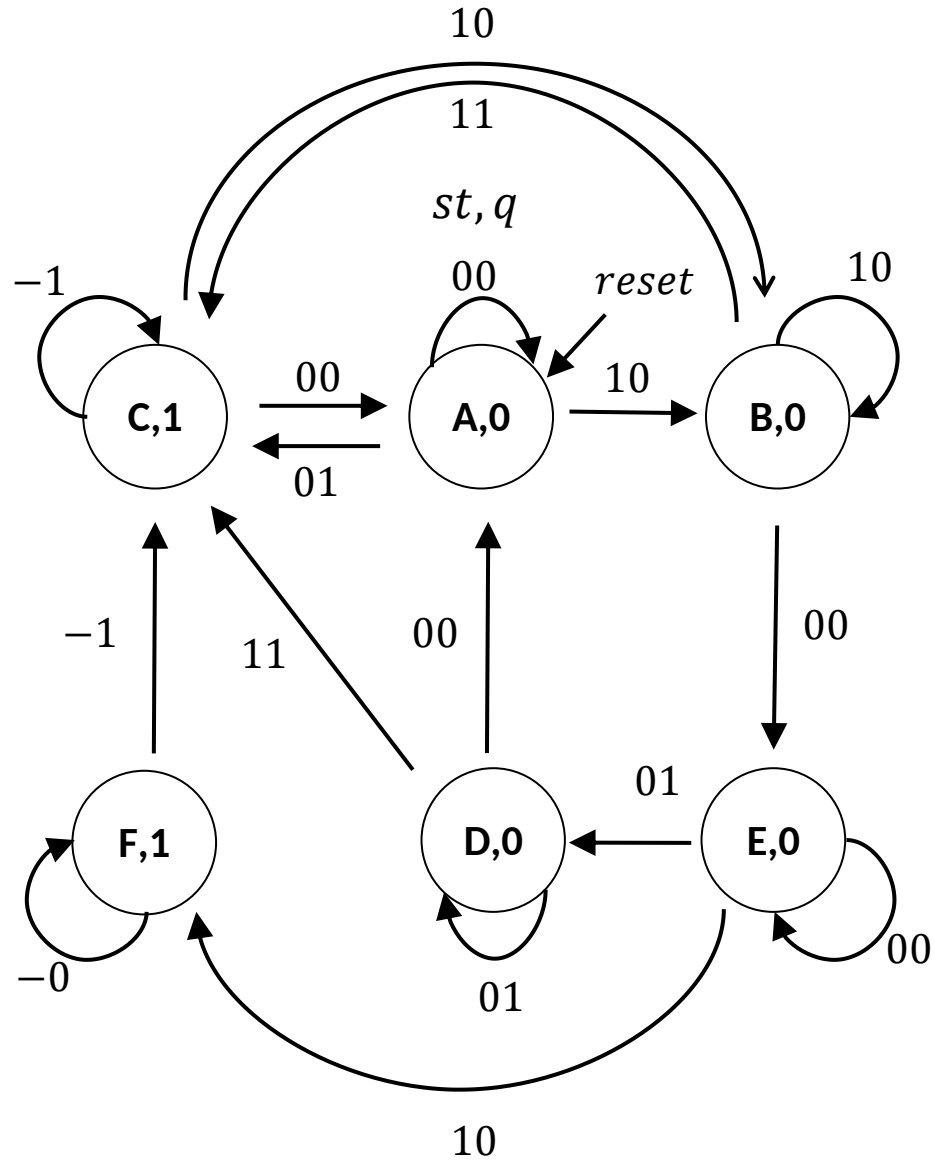
Violazione vincoli:

- Manca il termine  $(y_1 + s + t)$  per evitare alee statiche nella sintesi di  $Y_1$
- Manca il termine  $(y'_2 + y_0)$  per evitare alee statiche nella sintesi di  $Y_0$
- E' presente una corsa critica in stato 101 con ingressi 10

# Esercizio 13

		$st$				
		00	01	11	10	$q$
$y_2y_1y_0$	A (000)	A	C	--	B	0
	B (001)	E	---	C	B	0
	C (010)	A	C	C	B	1
	D (100)	A	D	C	---	0
	E (101)	E	D	---	F	0
	F (110)	F	C	C	F	1
		$Y_2Y_1Y_0$				

# Esercizio 13



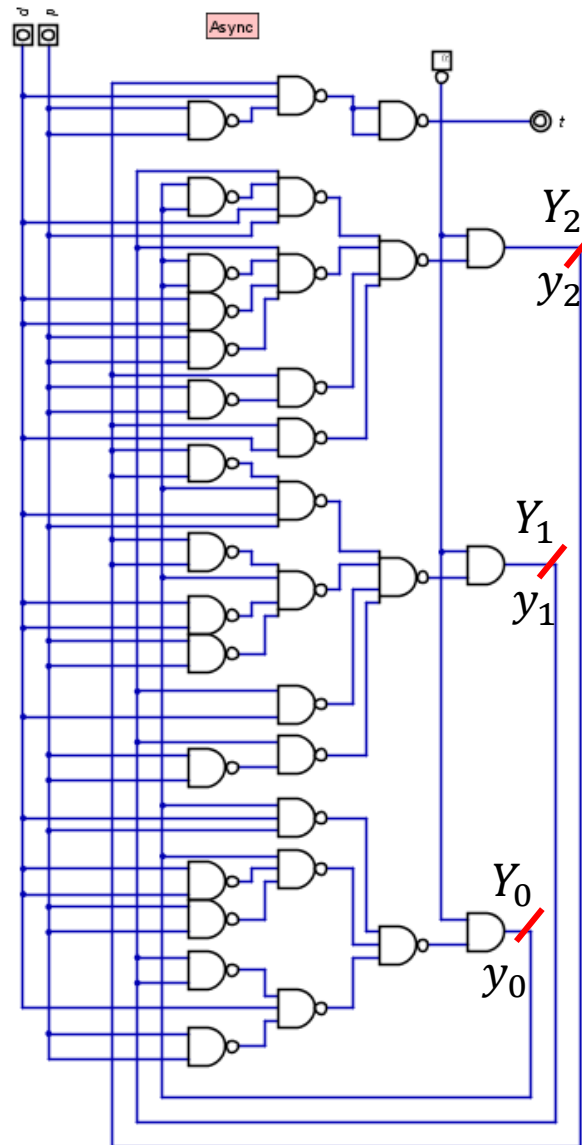
# Esercizio 13

## **Possibile interpretazione:**

Una rete sequenziale asincrona riceve due segnali in ingresso  $s$  e  $t$ , che non cambiano mai valore contemporaneamente, e genera un segnale di uscita  $q$ . Durante il funzionamento normale della rete, si osservano fronti di discesa del segnale  $s$  solo quando  $t$  vale «1» e l'uscita  $q$  segue l'andamento del segnale  $t$ . Nel momento in cui si presenta un fronte di discesa del segnale  $s$  quando  $t$  vale «0», si hanno due possibilità:

- Il prossimo cambiamento degli ingressi vede il segnale  $t$  assumere il valore «1»: se si presenta un fronte di salita del segnale  $s$ , la rete riprende immediatamente il funzionamento normale portando  $q$  a «1»; altrimenti, la rete riprende il funzionamento normale appena  $t$  torna a «0».
- Il prossimo cambiamento degli ingressi è un fronte di salita di  $s$ : la rete porta immediatamente l'uscita  $q$  al valore «1» e lo mantiene costante fino a quando non si osserva un fronte di salita del segnale  $t$ . In quel momento la rete riprende immediatamente il funzionamento normale ( $q$  mantiene il valore «1» per tornare a «0» quando  $t$  torna a «0»).

# Esercizio 14



# Esercizio 14

$$t = (y_2 \uparrow d \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (y_2 \uparrow d \uparrow (p \uparrow p))$$

$$t = y_2 dp'$$

$$Y_2 = (y_1 \uparrow (y_0 \uparrow y_0) \uparrow d \uparrow p) \uparrow (y_1 \uparrow (y_0 \uparrow y_0) \uparrow (d \uparrow d) \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (y_2 \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (y_2 \uparrow d)$$

$$Y_2 = y_1 y_0' dp + y_1 y_0' d' p' + y_2 p' + y_2 d$$

$$Y_1 = ((y_2 \uparrow y_2) \uparrow y_0 \uparrow d \uparrow p) \uparrow ((y_2 \uparrow y_2) \uparrow y_0 \uparrow (d \uparrow d) \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (y_1 \uparrow d) \uparrow (y_1 \uparrow (p \uparrow p))$$

$$Y_1 = y_2' y_0 dp + y_2' y_0 d' p' + y_1 d + y_1 p'$$

$$Y_0 = (y_0 \uparrow d \uparrow p) \uparrow (y_0 \uparrow (d \uparrow d) \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow ((y_1 \uparrow y_1) \uparrow d \uparrow (p \uparrow p))$$

$$Y_0 = y_0 dp + y_0 d' p' + y_1' dp'$$

# Esercizio 14

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$y_2 = 0$

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	0	1

$y_2 = 1$

$$t = y_2 dp'$$

# Esercizio 14

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	0	1	0

$y_2 = 0$

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	1	0	1	1
11	1	0	1	1
10	1	0	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_2 = y_1y_0'dp + y_1y_0'd'p' + y_2p' + y_2d$$



# Esercizio 14

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	0	1	1

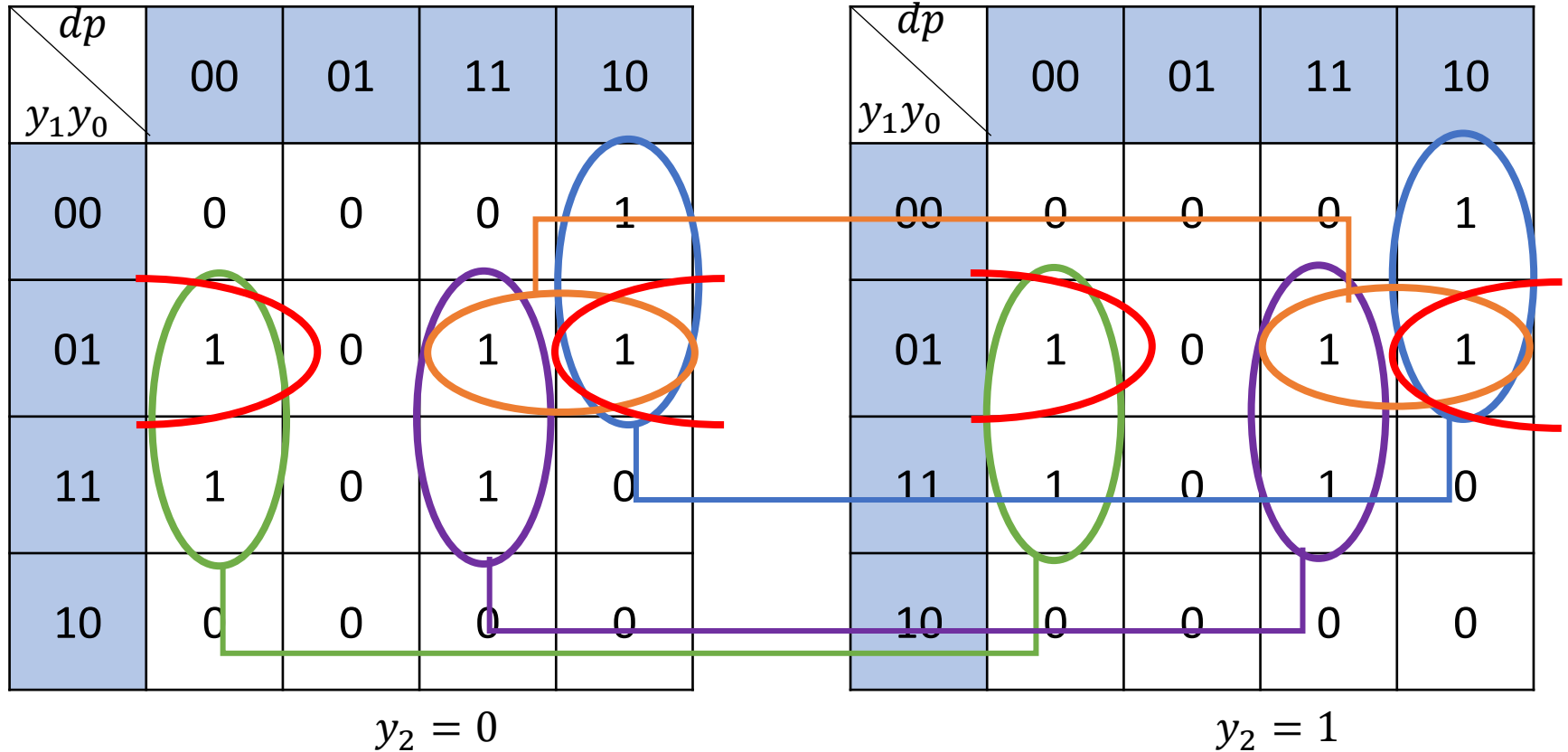
$y_2 = 0$

$dp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	0	1	1
10	1	0	1	1

$y_2 = 1$

$$Y_1 = y_2' y_0 dp + y_2' y_0 d' p' + y_1 d + y_1 p'$$

# Esercizio 14



$$Y_0 = y_0 dp + y_0 d' p' + y_1' dp' + y_1' y_0 d + y_1' y_0 p'$$

Mancano 2 termini per rimozione alee statiche

# Esercizio 14

		$dp$			
		00	01	11	10
$y_2y_1y_0$	000	000,0	000,0	000,0	001,0
	001	011,0	000,0	011,0	001,0
	011	011,0	⚡ 000,0	011,0	010,0
	010	110,0	000,0	110,0	010,0
	100	100,0	000,0	100,0	101,1
	101	101,0	⚡ 000,0	101,0	101,1
	111	111,0	⚡ 000,0	111,0	110,1
	110	110,0	⚡ 000,0	110,0	110,1
		$Y_2Y_1Y_0, t$			



Celle non adiacenti a stabilità (combinazioni stato/ingressi impossibili)

XXX

Transizioni multiple



Potenziali corse critiche

# Esercizio 14

		$dp$			
		00	01	11	10
$y_2 y_1 y_0$	000	000,0	000,0	000,0	001,0
	001	011,0	000,0	011,0	001,0
	011	011,0	000,0	011,0	010,0
	010	110,0	000,0	110,0	010,0
	100	100,0	000,0	100,0	101,1
	101	101,0	000,0	101,0	101,1
	111	111,0	000,0	111,0	110,1
	110	110,0	000,0	110,0	110,1
		$y_2 y_1 y_0, t$			

Corsa	Transizioni di stato	Uscite
011 -> 000	011 -> 010 -> 000 OK 011 -> 001 -> 000 OK Transizione multipla	0 -> 0 -> 0 OK 0 -> 0 -> 0 OK Transizione multipla senza glitch sull'uscita
101 -> 000	101 -> 100 -> 000 OK 101 -> 001 -> 000 OK Transizione multipla	0 -> 0 -> 0 OK 0 -> 0 -> 0 OK Transizione multipla senza glitch sull'uscita
111 -> 000	111 -> 110 -> 100 -> 000 OK 111 -> 110 -> 010 -> 000 OK 111 -> 101 -> 100 -> 000 OK 111 -> 101 -> 001 -> 000 OK 111 -> 011 -> 010 -> 000 OK 111 -> 011 -> 001 -> 000 OK Transizione multipla	0 -> 0 -> 0 -> 0 OK ... OK Transizione multipla senza glitch sull'uscita
110 -> 000	110 -> 100 -> 000 OK 110 -> 010 -> 000 OK Transizione multipla	0 -> 0 -> 0 OK 0 -> 0 -> 0 OK Transizione multipla senza glitch sull'uscita

# Esercizio 14

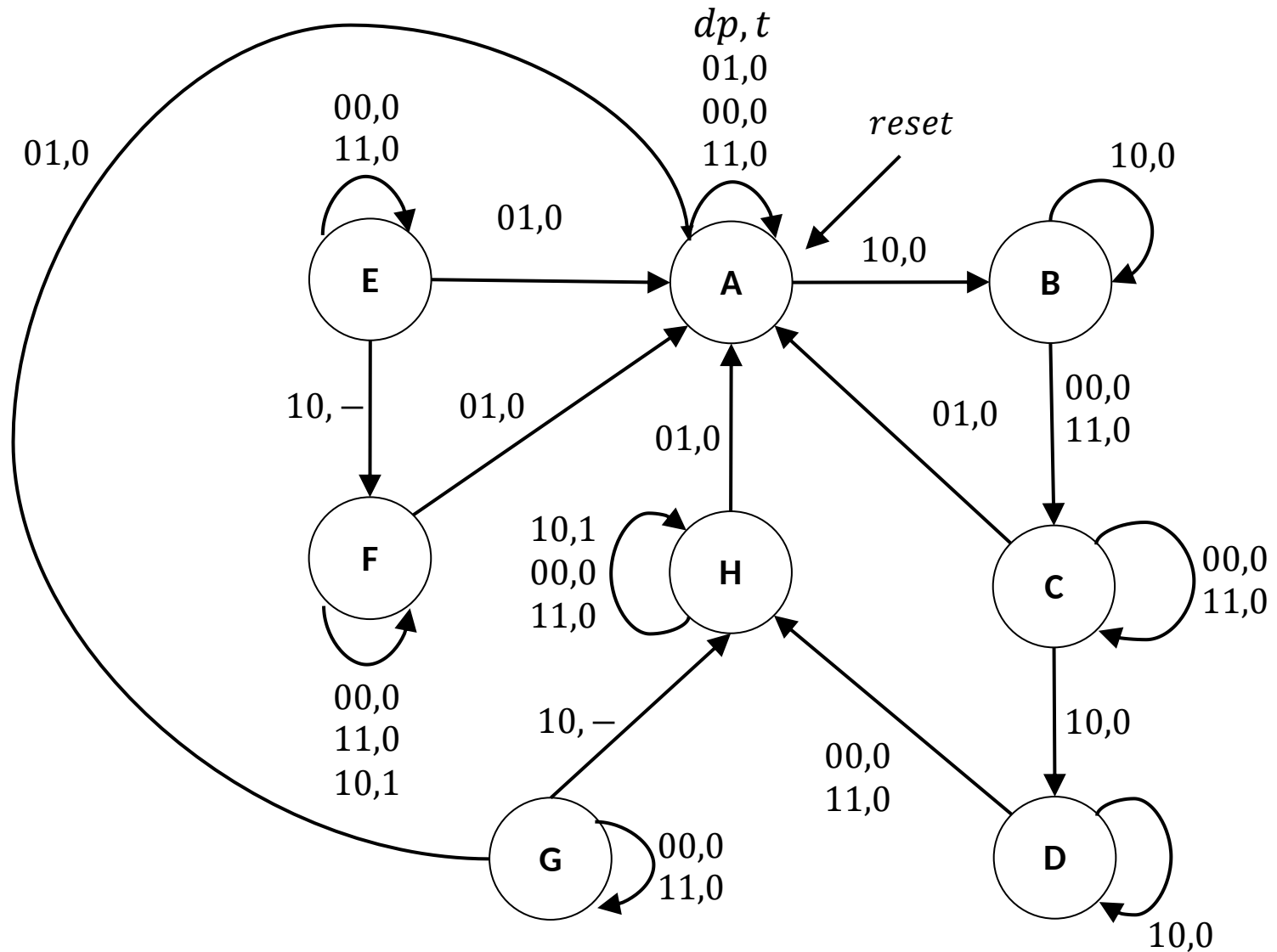
Violazione vincoli:

- Mancano i termini  $y_1' y_0 d$ ,  $y_1' y_0 p'$  per evitare alee statiche nella sintesi di  $Y_1$

# Esercizio 14

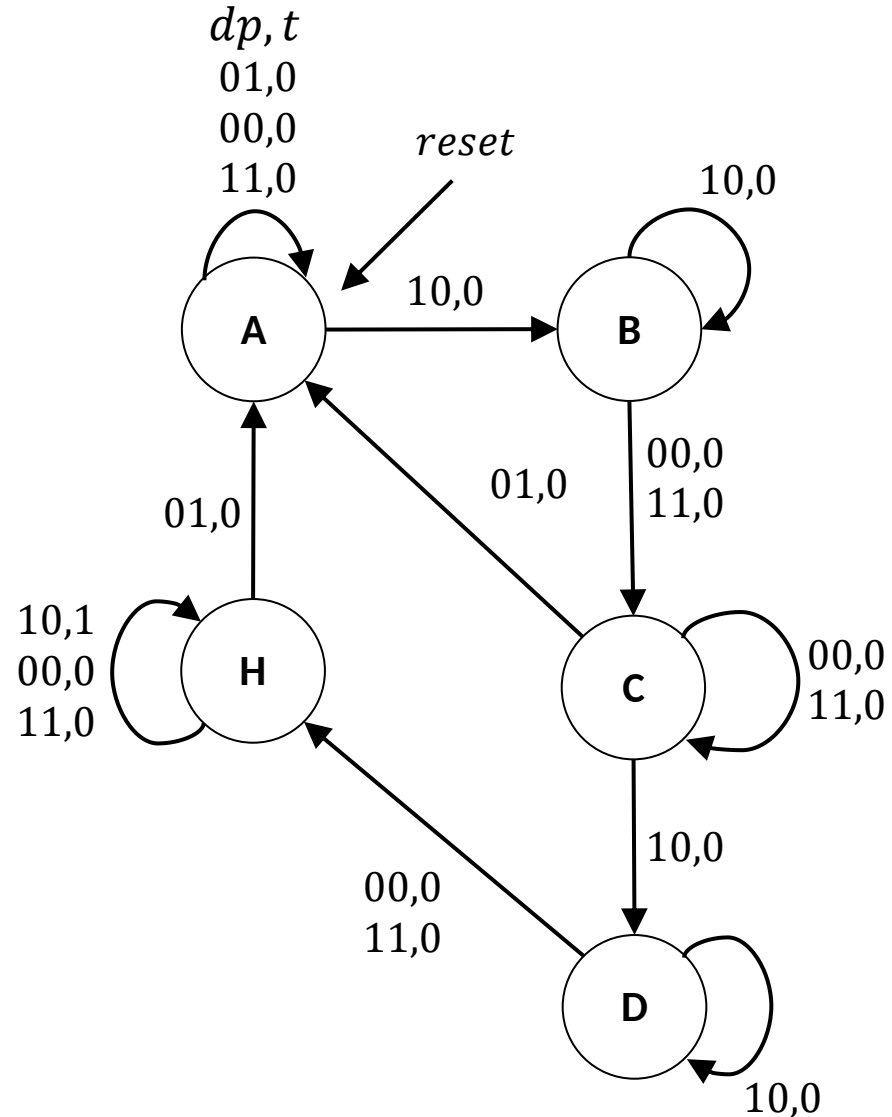
		$dp$			
		00	01	11	10
$y_2y_1y_0$	A (000)	A,0	A,0	A,0	B,0
	B (001)	C,0	---,-	C,0	B,0
	C (011)	C,0	A,0	C,0	D,0
	D (010)	H,0	---,-	H,0	D,0
	E (100)	E,0	A,0	E,0	F,-
	F (101)	F,0	A,0	F,0	F,1
	G (111)	G,0	A,0	G,0	H,-
	H (110)	H,0	A,0	H,0	H,1
		$Y_2Y_1Y_0, t$			

# Esercizio 14



# Esercizio 14

Osservando il grafo ottenuto e considerando che al reset la rete si porta nello stato A noto che non è possibile per la rete portarsi negli stati E, F e G, che posso quindi escludere per cercare una possibile interpretazione del comportamento della rete.



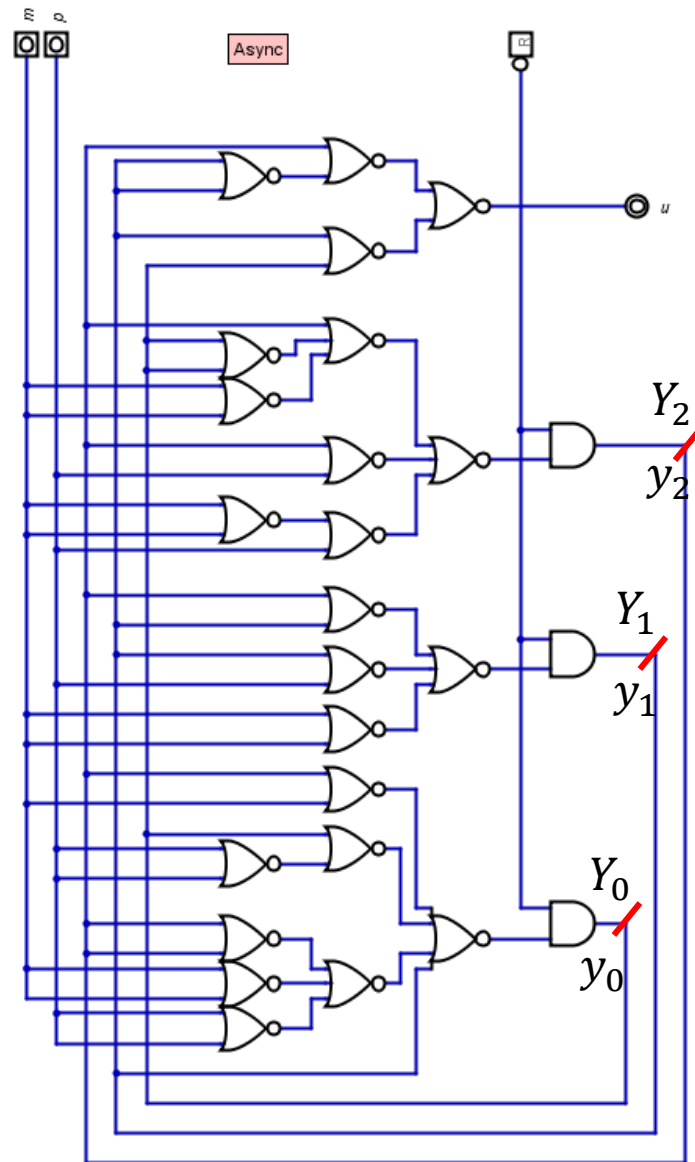


# Esercizio 14

## **Possibile interpretazione:**

L'uscita  $t$  assume valore 0 quando  $p = d$ . Quando  $p$  è diverso da  $d$ ,  $t$  assume valore 1 solo se le ultime tre configurazioni, inclusa quella corrente, in cui  $p$  è stato diverso da  $d$  sono state  $d = 1, p = 0$ . All'inizializzazione, la rete assume di non aver visto  $d = 1, p = 0$  nell'ultima configurazione in cui  $d$  è stato diverso da  $p$ .

# Esercizio 15



# Esercizio 15

$$u = (y_2 \downarrow (y_1 \downarrow y_1)) \downarrow (y_1 \downarrow y_0)$$

$$u = (y_2 + y'_1)(y_1 + y_0)$$

$$Y_2 = (y_2 \downarrow (y_0 \downarrow y_0) \downarrow (m \downarrow m)) \downarrow (y_2 \downarrow p) \downarrow ((m \downarrow m) \downarrow p)$$

$$Y_2 = (y_2 + y'_0 + m')(y_2 + p)(m' + p)$$

$$Y_1 = (y_2 \downarrow y_1) \downarrow (y_1 \downarrow p) \downarrow (m \downarrow m)$$

$$Y_1 = (y_2 + y_1)(y_1 + p) m$$

$$Y_0 = (y_2 \downarrow m) \downarrow (y_0 \downarrow (p \downarrow p)) \downarrow ((y_2 \downarrow y_2) \downarrow (m \downarrow m) \downarrow (p \downarrow p)) \downarrow y_1$$

$$Y_0 = (y_2 + m)(y_0 + p')(y'_2 + m' + p')y'_1$$

# Esercizio 15

$y_1 y_0$ $y_2$	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	1	1	1

$$u = (y_2 + y_1')(y_1 + y_0)$$

# Esercizio 15

$mp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	1	0

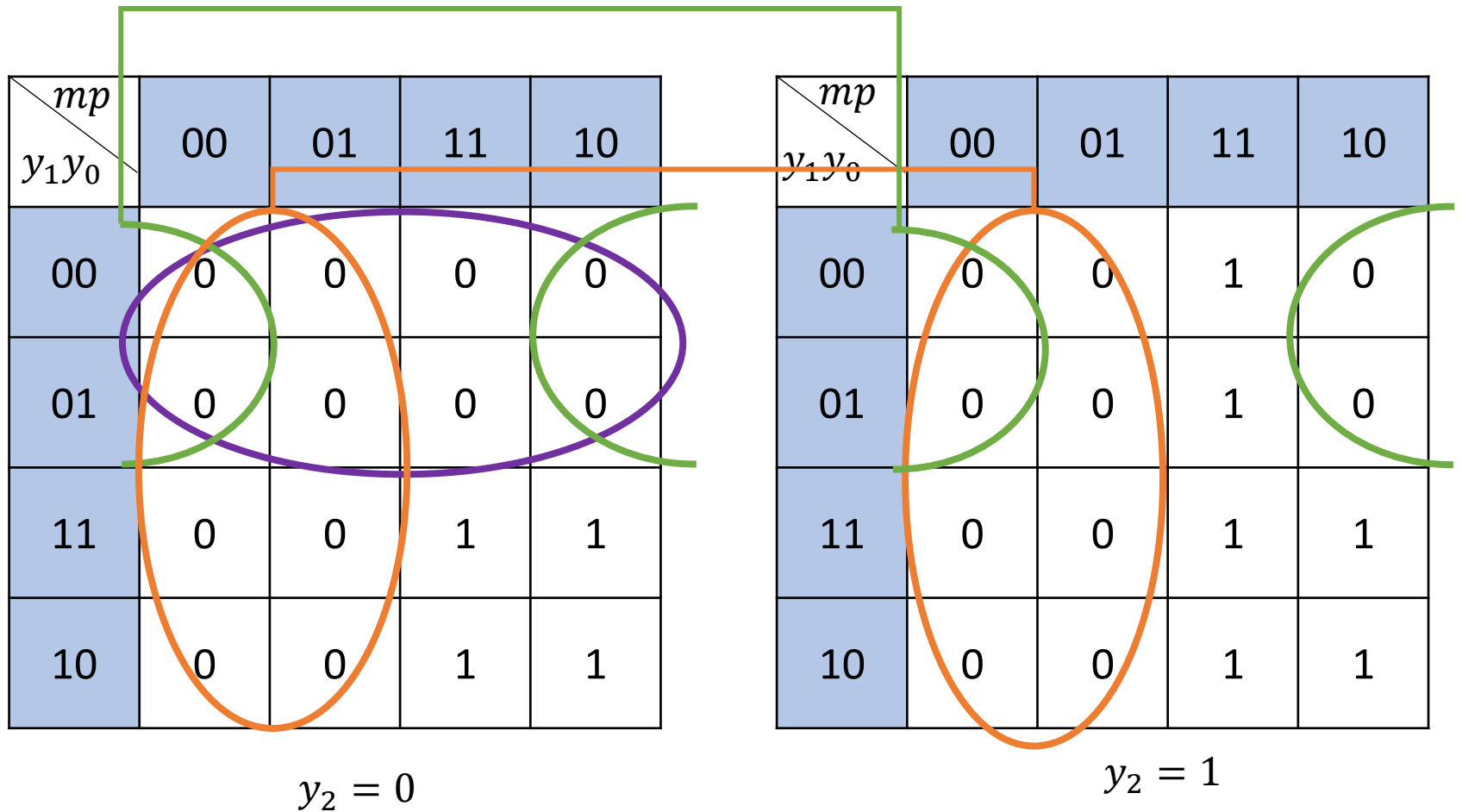
$y_2 = 0$

$mp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	1	1	0
11	1	1	1	0
10	1	1	1	0

$y_2 = 1$

$$Y_2 = (y_2 + y'_0 + m')(y_2 + p)(m' + p)$$

# Esercizio 15



$$Y_1 = (y_2 + y_1)(y_1 + p)m$$

# Esercizio 15

$mp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0



$y_2 = 0$

$mp$ $y_1y_0$	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	1	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$y_2 = 1$

$$Y_0 = (y_2 + m)(y_0 + p')(y_2' + m' + p')y_1'$$

# Esercizio 15

		$mp$				
		00	01	11	10	$u$
$y_2y_1y_0$	000	000	100	100	001	0
	001	000	 100	001	001	1
	011	000	100	010	010	0
	010	000	100	110	010	0
	100	101	100	110	001	0
	101	101	101	 110	001	1
	111	100	100	110	010	1
	110	100	100	110	010	1
		$Y_2Y_1Y_0$				



Celle non adiacenti a stabilità (combinazioni stato/ingressi impossibili)





Righe prive di stabilità (stati non utilizzati dalla rete)



Potenziali corse critiche



# Esercizio 15

		$mp$				
		00	01	11	10	$u$
$y_2y_1y_0$	000	000	100	100	001	0
	001	000	 100	001	001	1
	011	000	100	010	010	0
	010	000	100	110	010	0
	100	101	100	110	001	0
	101	101	101	 110	001	1
	111	100	100	110	010	1
	110	100	100	110	010	1
		$Y_2Y_1Y_0$				

Corsa	Transizioni di stato	Uscite
001 -> 100	001 -> 000 -> 100 <b>OK</b> 001 -> 101 <b>NO</b> <b>Corsa critica</b>	Ininfluenti in caso di corsa critica
101 -> 110	101 -> 100 -> 110 <b>OK</b> 101 -> 111 -> 110 <b>OK</b> <b>Transizione multipla</b>	1 -> 0 -> 1 <b>NO</b> 1 -> 1 -> 1 <b>OK</b> <b>Transizione multipla con glitch sull'uscita</b>

# Esercizio 15

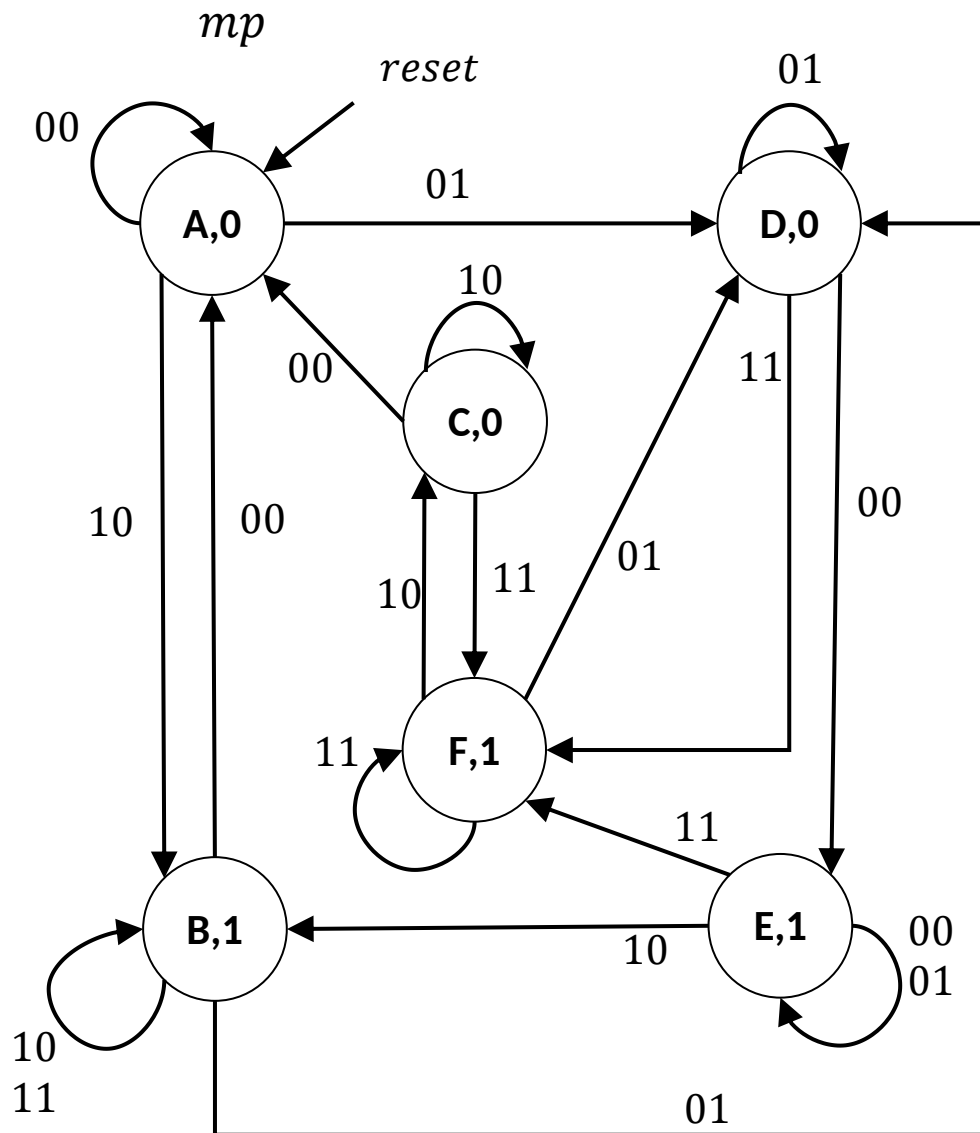
Violazione vincoli:

- E' presente una corsa critica in stato 001 per ingressi 01
- L'uscita non mantiene il valore costante durante la transizione multipla 101->110 per ingresso 11 nel percorso 101-100-110

# Esercizio 15

		$mp$				
		00	01	11	10	$u$
$y_2y_1y_0$	A (000)	A	D	---	B	0
	B (001)	A	D	B	B	1
	C (010)	A	---	F	C	0
	D (100)	E	D	F	---	0
	E (101)	E	E	F	B	1
	F (110)	---	D	F	C	1
		$Y_2Y_1Y_0$				

# Esercizio 15



# Esercizio 15

## **Possibile interpretazione:**

Quando l'ingresso  $m$ , che indica il modo di funzionamento della rete, vale "0", l'uscita  $u$  assume valore "1" solo dopo un fronte di discesa di  $p$ , e lo mantiene fino al cambio di modo. Quando l'ingresso di modo  $m$  vale "1", se  $p$  valeva "0" durante il fronte di salita di  $m$  che ha iniziato la fase di modo "1", l'uscita  $u$  deve valere "1" fino al cambio di modo; se  $p$  valeva "1" durante il fronte di salita di  $m$  che ha iniziato la fase di modo "1", l'uscita  $u$  riproduce l'andamento di  $p$  fino al cambio di modo. All'inizializzazione, la rete assume di essere in modo "0" e di non aver ancora visto fronti di discesa di  $p$ .